

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-343671  
(P2001-343671A)

(43)公開日 平成13年12月14日 (2001.12.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>		識別記号	F I	テマコード <sup>8</sup> (参考)	
G 0 2 F	1/137	5 0 0	G 0 2 F	1/137	5 0 0 2 H 0 8 8
	1/1333			1/1333	2 H 0 8 9
	1/1335	5 1 0		1/1335	2 H 0 9 1
	1/1347			1/1347	5 C 0 9 4
G 0 9 F	9/00	3 2 4	G 0 9 F	9/00	3 2 4 5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数34 O.L (全35頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-163389(P2000-163389)

(22)出願日 平成12年5月31日 (2000.5.31)

(31)優先権主張番号 特願2000-87496(P2000-87496)

(32)優先日 平成12年3月27日 (2000.3.27)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 391035038  
佐藤 進

秋田県秋田市八橋本町四丁目7番26号

(71)出願人 000001960  
シチズン時計株式会社

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(72)発明者 佐藤 進  
秋田県秋田市八橋本町四丁目7番26号(72)発明者 山口 留美子  
秋田県秋田市手形字山崎31番5号(74)代理人 100077517  
弁理士 石田 敬 (外4名)

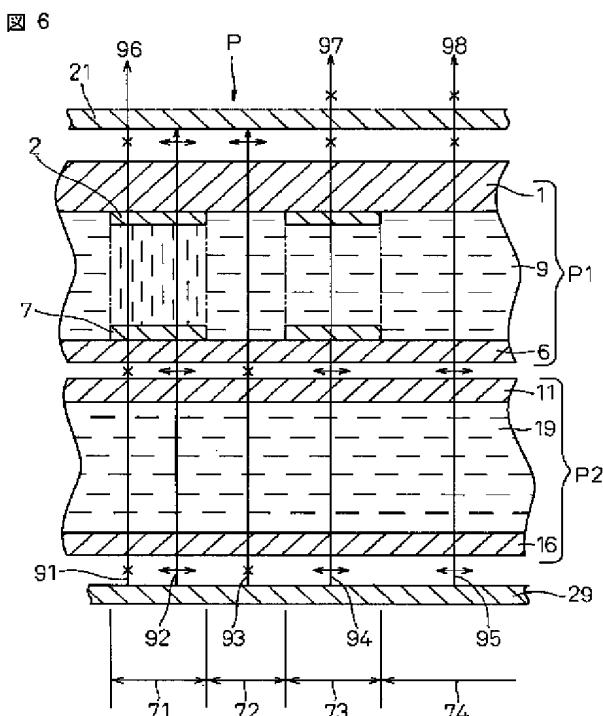
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 液晶表示装置

## (57)【要約】

【課題】 ホスト液晶にゲストとして蛍光二色性色素を溶解させた蛍光液晶表示装置において表示の明るさを向上させて視認性を向上させる。

【解決手段】 視認側に偏光分離器21を設け、その下側に第1の基板2と第2の基板6との間に封入する第1の液晶層9からなる第1の液晶表示パネルP1と、第3の基板11と第4の基板16との間に封入する第2の液晶層19からなる第2の液晶表示パネルP2とを積層し、その下に光源29を設け、第1の液晶層9と第2の液晶層19には液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素を含ませて液晶表示装置を構成する。蛍光二色性色素により液晶層内で発光するため、視野角が広く、構造が簡便であり、液晶表示パネルの下側に偏光分離器がないため明るい表示が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 視認側に設けられた偏光分離器と、この偏光分離器の後ろ側に、液晶層とこの液晶層を挟む2枚の基板とから構成された液晶表示パネルを少なくとも1つ備えた液晶表示装置であって、

前記液晶層には、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素が含まれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 第1の電極を有する第1の基板、第2の電極を有する第2の基板、及び、前記第1と第2の基板の間に封入する液晶層とを備えた液晶表示パネルと、前記液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、

前記液晶層には、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素が含まれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 請求項2に記載の液晶表示装置であって、前記液晶表示パネルの視認側の反対側に、一方の偏光軸の光はほぼ透過させ、他方の偏光軸の光は吸収して波長変換して発光を行う異方性蛍光素子が更に設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】 第1の電極を有する第1の基板、第2の電極を有する第2の基板、及び、前記第1と第2の基板の間に封入する第1の液晶層とを備えた第1の液晶表示パネルと、

第3の基板、第4の基板、及び、第3と第4の基板の間に封入する第2の液晶層とを備えた第2の液晶表示パネルと、

前記第1の液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、

前記第1と第2の液晶層にはそれぞれ、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素が含まれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】 請求項4に記載の液晶表示装置であって、前記第3の基板に第3の電極が設けられ、前記第4の基板に第4の電極が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】 請求項5に記載の液晶表示装置であって、前記第1の液晶層がツイストネマティック液晶であり、第2の液晶層がホモジニアス配向液晶であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】 請求項5に記載の液晶表示装置であって、前記第1の液晶層と前記第2の液晶層が共にツイストネマティック液晶であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】 請求項4から7のいずれか1項に記載の液晶表示装置であって、前記第1の液晶層と第2の液晶層に含まれる蛍光二色性色素の発光波長が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】 請求項2から8のいずれか1項に記載の液晶表示装置であって、前記異方性蛍光素子、あるいは前記第2の液晶層が、第1の液晶層の発光強度が大きい

偏光軸を波長変換することなく透過させ、前記偏光軸とほぼ直交する偏光軸では発光させることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項10】 第1の基板、第2の基板、及び、前記第1と第2の基板の間に封入する第1の液晶層とを備えた第1の液晶表示パネルと、

第3の基板、第4の基板、及び、第3と第4の基板の間に封入する第2の液晶層とを備えた第2の液晶表示パネルと、

10 第5の基板、第6の基板、及び、第5と第6の基板の間に封入する第3の液晶層とを備えた第3の液晶表示パネルと、

前記第1の液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、

前記第1から第3の液晶表示パネルの少なくとも1つの液晶表示パネルを構成する2枚の基板のそれぞれに、前記液晶層に電圧を印加するための電極が設けられており、

前記第1、第2、及び第3の液晶層にはそれぞれ、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素が含まれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項11】 第1の電極を有する第1の基板、第2の電極を有する第2の基板、及び、前記第1と第2の基板の間に封入する第1の液晶層とを備えた第1の液晶表示パネルと、

第3の基板、第4の基板、及び、第3と第4の基板の間に封入する第2の液晶層とを備えた第2の液晶表示パネルと、

30 第5の基板、第6の基板、及び、第5と第6の基板の間に封入する第2の液晶層とを備えた第3の液晶表示パネルと、

前記第1の液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、

前記第1、第2、及び第3の液晶層にはそれぞれ、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素が含まれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項12】 請求項11に記載の液晶表示装置であって、前記第3の基板に第3の電極が設けられ、前記第4の基板に第4の電極が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】 請求項12に記載の液晶表示装置であって、前記第5の基板に第5の電極が設けられ、前記第6の基板に第6の電極が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】 請求項1から13のいずれか1項に記載の液晶表示装置であって、前記偏光分離器の透過軸が前記第1の液晶層の発光の偏光軸とほぼ平行に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】 請求項1から14のいずれか1項に記載の液晶表示装置であって、前記第1の液晶表示パネル

の視認側から最も遠い液晶パネルの裏面側に光源が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項16】 請求項15に記載の液晶表示装置であって、前記光源が平面発光源であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項17】 請求項15または16に記載の液晶表示装置であって、前記光源が紫外線を発光する光源であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項18】 請求項17に記載の液晶表示装置であって、前記光源がLED素子、水銀ランプ、キセノンランプ、あるいは蛍光灯のいずれかであることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項19】 請求項15または16に記載の液晶表示装置であって、前記光源が紫外線および可視光を発光する光源であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項20】 請求項19に記載の液晶表示装置であって、前記光源がEL素子であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項21】 請求項20に記載の液晶表示装置であって、前記EL素子の発光強度が可視光領域の短波長側に最大発光領域を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項22】 請求項15から21のいずれか1項に記載の液晶表示装置であって、前記第1の液晶表示パネルの視認側から最も遠い液晶表示パネルと光源との間には可視光領域の波長を吸収あるいは反射し、紫外線領域の波長を透過する光学素子が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項23】 請求項4, 5, 10から13のいずれか1項に記載の液晶表示装置であって、隣接する液晶表示パネルの隣接する2枚の基板が共通化されて1枚にされていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項24】 視認側と反対側にのみ設ける偏光分離器と、前記偏光分離器と視認側との間には少なくとも1個の液晶表示パネルを備え、前記液晶表示パネルを構成する液晶層は液晶と少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、前記液晶表示パネルの視認側と反対の面から光を照射する光源を有し、前記光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項25】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と第1の基板と第2の基板との間に封入する第1の液晶層とからなる第1の液晶表示パネルと、第3の基板と第4の基板と第3の基板と第4の基板との間に封入する第2の液晶層とからなる第2の液晶表示パネルと、第1の液晶表示パネルの視認側と反対の面にのみ偏光分離器を備え、前記第1の液晶層と前記第2の液晶層は少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、前記液晶表示パネルの視認側と反対の面から光を照射する光源を有し、前記光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項26】 複数の液晶表示パネルを視認側を上側として積層し、前記液晶表示パネルを構成する液晶層には、少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、前記最下層の液晶表示パネルの下側のみに偏光分離器を備え、前記液晶表示パネルの下側から液晶表示パネルに光を照射する光源を有し、前記光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項27】 少なくとも1個の液晶表示パネルを有し、前記液晶表示パネルを構成する液晶層には、少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、前記最下層の液晶表示パネルの下側のみに偏光分離器を備え、前記液晶表示パネルの下側から液晶表示パネルに光を照射する光源を有し、前記光源は可視光に発光の最大強度を有し、さらに、偏光分離器の透過軸を最下層の液晶表示パネルの液晶層に含む蛍光二色性色素の吸収断面積が最大となる方向と平行に配置することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項28】 前記液晶表示パネルの最下層の下側にのみ偏光分離器を備え、前記偏光分離器と液晶表示パネルとの間には、可視光領域の波長を吸収あるいは反射し、特定の波長の光を発光する光学変換素子を有することを特徴とする請求項24から27のいずれかに記載する液晶表示装置。

【請求項29】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と第1の基板と第2の基板との間に封入する第1の液晶層とからなる第1の液晶表示パネルと、第3の基板と第4の基板と第3の基板と第4の基板との間に封入する第2の液晶層とからなる第2の液晶表示パネルと、第1の液晶表示パネルと第2の液晶表示パネルとの間にのみ設ける偏光分離器とを備え、前記第1の液晶層と前記第2の液晶層は少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、前記液晶表示パネルの視認側と反対の面から光を照射する光源を有し、前記光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項30】 複数の液晶表示パネルを視認側を上側として積層し、前記液晶表示パネルを構成する液晶層には、少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、前記積層する液晶表示パネルの間の少なくとも1箇所に偏光分離器を備え、前記液晶表示パネルの下側から液晶表示パネルに光を照射する光源を有し、前記光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項31】 前記光源は、可視光領域のみの発光特性を有することを特徴とする請求項24から30のいずれかに記載する液晶表示装置。

【請求項32】 前記光源がEL素子であることを特徴とする請求項31に記載する液晶表示装置。

【請求項33】 前記光源がLEDと導光板からなることを特徴とする請求項31に記載する液晶表示装置。

【請求項34】前記光源が、可視光の異なる波長を発光するLEDの複数個と導光板からなることを特徴とする請求項31に記載する液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置に関し、特に、液晶層にホストである液晶とゲストである蛍光二色性色素を採用し、液晶層の電気光学変化により蛍光二色性色素の発光量、あるいは色彩を制御することにより、従来の非発光型液晶表示装置とは異なる表示を可能とする液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、小型情報機器に用いられる液晶表示装置としては、液晶層自体には発光機能を持たず、液晶表示装置に光源を内蔵させた透過型液晶表示装置あるいは半透過型液晶表示装置、または液晶表示装置の使用環境からの光に電気的な変調を行うことによって表示を可能とする反射型液晶表示装置等が主流である。

【0003】一方、このような液晶表示装置とは異なるものとして、液晶表示パネルの一部に発光性を有する材料を使用し、液晶の電気光学変化を利用して表示を可能とする液晶表示装置が、例えば、特開昭60-50578号公報や特開昭60-129780号公報に提案されている。また、液晶表示パネルの視認者と反対側（裏側）に紫外線を発光する光源を配置し、さらに液晶表示パネルと光源との間に紫外線に対して偏光性を有する偏光分離器を配置し、ゲストである蛍光二色性色素の二色性比を改善し、視認性を改善する提案が、社団法人「映像情報メディア学会」主催の“Proceedings of The Fifth International Display Workshops”（1998年度）において行われた（予稿集IDW'98の第25頁～第28頁参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、特開昭60-50578号公報や特開昭60-129780号公報に提案されている液晶表示装置は、液晶層自体に発光性を設けていないため、液晶表示パネルの製造工程を従来と同様とすることができないという問題点があった。

【0005】また、IDW'98の第25頁～第28頁に記載の提案では、紫外線に対する偏光分離器の偏光性の不十分さにより、偏光分離器に光源からの紫外線が吸収されてしまい、十分な紫外線を液晶表示パネルに照射することができず、視認側から見て表示が暗いという問題点があった。更に、偏光分離器自体から発光することができないため、偏光分離器と液晶表示パネルのみでは多色表示はできなかった。

【0006】これに加えて、光源として、紫外線の発光強度が弱い光源、あるいは可視光領域に近い波長の発光のみを有する光源を使用すると、視認側から見た液晶パネルの表示が非常に暗くなるので、使用できる光源が非

常に限定されてしまうという問題点もあった。このように、ホストである液晶にゲストである蛍光二色性色素を含む液晶層を有する液晶表示パネルと、紫外線を発光する光源、及び、光源との間に偏光分離器を配置する構造では、視認側から見た液晶表示パネルの表示が暗くなってしまい、光の有効利用、あるいは多色表示への改善が必要であった。

【0007】また、光源に紫外線を使用した場合には、液晶表示パネルと光源との間に紫外線領域に偏光性を有する偏光板は、偏光度が悪く、紫外線を十分に偏光することができず、暗い表示となっていた。更に、光源に紫外線を使用した場合には、光源の発光色を表示に利用することができなかった。

【0008】一方、紫外線を発光する光源に対して、可視光に最大発光波長を有する光源、特に、可視光のみを発光する光源を使用した場合には、発光効率が良好であり、液晶表示装置の小型、長寿命、薄型化が可能であり、携帯情報機器、特に時計に利用する場合には、非常に有効であることが分かった。

【0009】そこで本発明の目的は、ホストである液晶にゲストである蛍光二色性色素を含む液晶層を有する液晶表示パネルを使用した液晶表示装置において、液晶パネルの背面側に偏光分離器を配置した構造のものに比較して、視認側から見た液晶表示パネルの表示の明るさを向上させることにより、視認性を向上させることにある。

【0010】また、本発明の他の目的は、液晶表示装置の小型、長寿命、薄型化を可能にするために、可視光に最大発光波長を有する光源、特に、発光効率が良好な可視光のみを発光する光源を使用する液晶表示装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明の液晶表示装置の原理的な構成は、視認側に設けられた偏光分離器と、この偏光分離器の後ろ側に、液晶層とこの液晶層を挟む2枚の基板とから構成された液晶表示パネルを少なくとも1つ備えた液晶表示装置において、液晶層には、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素が含まれていることを特徴とするものである。

【0012】また、前記目的を達成する本発明の第1の形態の液晶表示装置は、第1の電極を有する第1の基板、第2の電極を有する第2の基板、及び、前記第1と第2の基板の間に封入する液晶層とを備えた液晶表示パネルと、液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、液晶層には、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素を含むことを特徴としている。

【0013】この場合、液晶表示パネルの視認側の反対側に、一方の偏光軸の光はほぼ透過させ、他方の偏光軸の光は吸収して波長変換して発光を行う異方性蛍光素子を更に設けることができる。更に、前記目的を達成する

本発明の第2の形態の液晶表示装置は、第1の電極を有する第1の基板、第2の電極を有する第2の基板、及び、第1と第2の基板の間に封入する第1の液晶層とを備えた第1の液晶表示パネルと、第3の基板、第4の基板、及び、第3と第4の基板の間に封入する第2の液晶層とを備えた第2の液晶表示パネルと、第1の液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、第1と第2の液晶層にはそれぞれ、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素を含むことを特徴としている。

【0014】この場合、第3の基板に第3の電極を設け、第4の基板に第4の電極を設けることができる。また、第1の液晶層をツイストネマティック液晶とし、第2の液晶層をホモジニアス配向液晶とすること、あるいは、第1の液晶層と第2の液晶層を共にツイストネマティック液晶とすることができます。第2の形態では、第1の液晶層と第2の液晶層に含まれる蛍光二色性色素の発光波長を異ならせることができる。また、第1、第2の形態においては、異方性蛍光素子あるいは第2の液晶層として、第1の液晶層の発光強度が大きい偏光軸を波長変換することなく透過させ、偏光軸とほぼ直交する偏光軸では発光させるものを採用することができる。

【0015】前記目的を達成する本発明の第3の形態の液晶表示装置は、第1の基板、第2の基板、及び、第1と第2の基板の間に封入する第1の液晶層とを備えた第1の液晶表示パネルと、第3の基板、第4の基板、及び、第3と第4の基板の間に封入する第2の液晶層とを備えた第2の液晶表示パネルと、第5の基板、第6の基板、及び、第5と第6の基板の間に封入する第3の液晶層とを備えた第3の液晶表示パネルと、第1の液晶表示パネルの視認側に設けられた偏光分離器とを備え、第1から第3の液晶表示パネルの少なくとも1つの液晶表示パネルを構成する2枚の基板のそれぞれに、液晶層に電圧を印加するための電極が設けられており、第1、第2、及び第3の液晶層にはそれぞれ、液晶と少なくとも1種類の蛍光二色性色素を含むことを特徴としている。

【0016】この第3の形態では、以下の3つの応用形態が可能である。(1) 第1の基板に第1の電極を設け、第2の基板に第2の電極を設ける形態。(2) 第1の基板に第1の電極を設け、第2の基板に第2の電極を設け、第3の基板に第3の電極を設け、第4の基板に第4の電極を設ける形態。(3) 第1の基板に第1の電極を設け、第2の基板に第2の電極を設け、第3の基板に第3の電極を設け、第4の基板に第4の電極を設け、第5の基板に第5の電極を設け、第6の基板に第6の電極を設ける形態。

【0017】以上において、偏光分離器の透過軸を第1の液晶層の発光の偏光軸とほぼ平行に配置すること、第1の液晶表示パネルの視認側から最も遠い液晶パネルの裏面側に光源を設けることが可能である。また、光源は平面発光源とすることができる。更に、光源は紫外線を

発光する光源とすることができる、この場合は、光源をLED素子、水銀ランプ、キセノンランプ、あるいは蛍光灯のいずれかにすることができる。一方、光源を紫外線および可視光を発光する光源とすることもでき、この場合は光源をEL素子とすることができる。また、EL素子を採用した場合は、EL素子の発光強度が可視光領域の短波長側に最大発光領域を有するものを採用する。更に、液晶パネルの背面側に光源があるものにおいて、第1の液晶表示パネルの視認側から最も遠い液晶表示パネルと光源との間に、可視光領域の波長を吸収あるいは反射し、紫外線領域の波長を透過する光学素子を設けることができる。

【0018】これに加えて、隣接する液晶表示パネルがあつた場合に、隣接する2枚の基板は共通化して1枚にすることができる。本発明の液晶表示装置によれば、分子の方向により異なる蛍光特性を有する蛍光二色性色素を液晶と混合することにより、従来の非発光型液晶表示装置を発光型とすることが可能となる。発光型とすることにより視野角依存性のない、鮮明な表示を達成できる。また従来の陰極管(CRT: Cathode Ray Tube)に代表される発光型ディスプレイに比較して低消費電力、薄型、小型化が可能となる。

【0019】本発明の液晶表示装置によれば、蛍光二色性色素を混合する液晶層より視認者側に偏光分離器が配置されているので、次のような効果がある。即ち、液晶層に小さい電圧(オフ電圧)を印加した時(オフ状態)と、液晶層に大きい電圧(オン電圧)を印加した時(オン状態)において、蛍光二色性色素の二色性比の不足により、発光色と非発光色が、例えば発光を目的とする印加電圧の際に混合するため、非発光色の表示領域と発光色の表示領域とのコントラスト比の低下が発生する。しかしながら、偏光分離器を設けることにより、蛍光二色性色素からの発光の直線偏光成分のみを選択することができるとなり、そのため、コントラスト比を向上することが可能となり、表示の視認性が向上できる。

【0020】また、本発明の液晶表示装置では、蛍光二色性色素を含む第2の液晶層の透過軸を蛍光二色性色素を含む第1の液晶層の発光軸に配置している。この結果、第1の液晶層はツイストネマティック液晶であり、オフ電圧の際には蛍光二色性色素は吸収断面積が大きいため、光を吸収し、発光すると同時に第2の液晶層側の光の入射を光旋光性によりツイストネマティック液晶のツイスト角分旋光して出射する。一方、偏光分離器の透過軸は第1の液晶層からの出射光の偏光軸に配置している。以上によりオフ状態では第1の液晶層の発光が偏光分離器から出射する。この結果、オン状態の時には、蛍光二色性色素の吸収断面積が小さいため、蛍光二色性色素の発光は殆ど発生しない。また、ツイストネマティック液晶の旋光性が殆どないため、第2の液晶層の発光が第1の液晶層を透過して偏光分離器の透過軸に入射し、

視認者側に出射できる。そのため、オフ状態では第1の液晶層の発光色表示、オン状態では第2の液晶層の発光色表示が可能となる。

【0021】また、本発明では、第2の液晶層は第2の液晶層の発光に偏光性を持たせることと、第2の液晶層を透過する光に偏光性を有することが重要である。即ち、第2の液晶層はゲストである液晶とホストである蛍光二色性色素とを含む液晶層であり、配向性を有し、ツイスト配向、ホモジニアス配向（パラ配向、アンチパラ配向）、スプレイ配向、ベンド配向が有効である。特に配向の安定しているツイスト配向、ホモジニアス配向が有効である。

【0022】また、第2の液晶層の代わりに発光性と二色性を有する色素を延伸して作成するフィルム状の異方性フィルムを異方性蛍光素子として使用することにより第2の液晶層を使用するのと同様の効果と第2の液晶層を使用する場合に比較して薄型化と軽量化が可能となる。更に、フィルムに色素、例えば顔料を混ぜることによりフィルムでも波長選択が可能であり。液晶表示パネルに照射する波長選択が容易に可能となる。

【0023】また、第1の液晶層の視認者と反対側に光源を配置することにより、第1の液晶層に目的とする波長の光を効率良く照射することが可能となる。さらに、外部環境が蛍光二色性色素の発光に寄与しない光の場合においても光源を設けることにより視認性の良好な表示が可能となる。特に、第1の液晶層、あるいは第2の液晶層に含む蛍光二色性色素が可視光線より波長の短い波長で発光する場合には発光に紫外線を含む光源を利用することができる。紫外線発光型の発光ダイオード（LED）素子、水銀ランプ、あるいはキセノンランプ、あるいは蛍光灯であるブラックライト、ケミカルライトが有効である。光源が紫外線の発光以外に可視光線を含む場合には光源と液晶層の間に紫外線透過可視光吸収フィルターからなる光学素子を設けることにより液晶層の発光がない場合に黒の表示を達成することができる。

【0024】また、第1の液晶層、あるいは第2の液晶層に含む蛍光二色性色素が可視光線および可視光領域に近い波長の光を吸収して発光する蛍光二色性色素を利用し、さらに、エレクトロルミネッセント（EL）素子を光源として利用することにより、液晶表示装置の薄型化と光源の発光色を表示色として利用することができる。EL素子上に蛍光印刷層を設け、蛍光印刷層の色と液晶層内の蛍光二色性色素の色を変えることにより多色表示が可能となる。

【0025】本発明の液晶表示装置としては、液晶層の発光による鮮やかな表示、斬新な表示が可能となるため、デザイン性が要求される携帯情報機器、時計に利用することにより従来にない液晶表示が可能となる。また、蛍光二色性色素を含む液晶層の発光と透過の変化量

を大きく制御するために各第1の電極は、1本の第2の電極との交点を画素部とするスタティック型の電極構成とすることにより良好な表示を達成する場合に有効である。

【0026】次に、本発明の他の目的を達成する本発明の第4から第9の形態の液晶表示装置の構成について説明する。本発明の第4の形態の液晶表示装置は、視認側と反対側にのみ設ける偏光分離器と、偏光分離器と視認側との間には少なくとも1個の液晶表示パネルを備え、液晶表示パネルを構成する液晶層は液晶と少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、液晶表示パネルの視認側と反対の面から光を照射する光源を有し、光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴としている。

【0027】本発明の第5の形態の液晶表示装置は、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と第1の基板と第2の基板との間に封入する第1の液晶層とからなる第1の液晶表示パネルと、第3の基板と第4の基板と第3の基板と第4の基板との間に封入する第2の液晶層とからなる第2の液晶表示パネルと、第1の液晶表示パネルの視認側と反対の面にのみ偏光分離器を備え、第1の液晶層と第2の液晶層は少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、液晶表示パネルの視認側と反対の面から光を照射する光源を有し、光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴としている。

【0028】本発明の第6の形態の液晶表示装置は、複数の液晶表示パネルを視認側を上側として積層し、液晶表示パネルを構成する液晶層には、少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、最下層の液晶表示パネルの30下側のみに偏光分離器を備え、液晶表示パネルの下側から液晶表示パネルに光を照射する光源を有し、光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴としている。

【0029】本発明の第7の形態の液晶表示装置は、少なくとも1個の液晶表示パネルを有し、液晶表示パネルを構成する液晶層には、少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、最下層の液晶表示パネルの下側のみに偏光分離器を備え、液晶表示パネルの下側から液晶表示パネルに光を照射する光源を有し、光源は可視光に発光の最大強度を有し、さらに、偏光分離器の透過軸を最下層の液晶表示パネルの液晶層に含む蛍光二色性色素の吸収断面積が最大となる方向と平行に配置することを特徴としている。

【0030】第4から第7の形態の液晶表示装置において、液晶表示パネルの最下層の下側にのみ偏光分離器を設け、偏光分離器と液晶表示パネルとの間には、可視光領域の波長を吸収あるいは反射し、特定の波長の光を発光する光学変換素子を設けるようにすることができる。

【0031】本発明の第8の形態の液晶表示装置は、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と第1の基板と第2の基板との間に封入する第1

の液晶層とからなる第1の液晶表示パネルと、第3の基板と第4の基板と第3の基板と第4の基板との間に封入する第2の液晶層とからなる第2の液晶表示パネルと、第1の液晶表示パネルと第2の液晶表示パネルの間にのみ設ける偏光分離器とを備え、第1の液晶層と第2の液晶層は少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、液晶表示パネルの視認側と反対の面から光を照射する光源を有し、光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴としている。

【0032】本発明の第9の形態の液晶表示装置は、複数の液晶表示パネルを視認側を上側として積層し、液晶表示パネルを構成する液晶層には、少なくとも1種類以上の蛍光二色性色素を含み、積層する液晶表示パネルの間の少なくとも1箇所に偏光分離器とを備え、液晶表示パネルの下側から液晶表示パネルに光を照射する光源を有し、光源は可視光に発光の最大強度を有することを特徴としている。

【0033】本発明の第4から第9の形態の液晶表示装置に使用する光源は、可視光領域のみの発光特性を有するようにすることができる。この場合の光源は、可視光領域のみの発光特性を有するEL素子、同じく可視光領域のみの発光特性を有するLEDと導光板、あるいは、可視光の異なる波長を発光するLEDの複数個と導光板から構成することができる。

#### 【0034】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施するための最も良い形態における液晶表示装置について、図面を参照しながら具体的な実施形態を説明する。図1は、本発明の液晶表示装置が使用される電子機器、例えば、携帯情報機器50を示すものである。携帯情報機器50のケース41には、表示画像57を表示するための表示領域56があり、この表示領域56の脇には、表示内容を変更するための第1のボタン45、第2のボタン46、第3のボタン47、および通信センサ48がある。49は携帯情報機器50のオン・オフスイッチである。

【第1の実施形態】図2は図1の携帯情報機器50をA-A線において切断した時の、液晶表示装置Pの第1の実施形態の構成を示すものである。携帯情報機器50のケース41の表示領域56には、内部を見通すことができる風防ガラス42が設けられている。ケース41の裏蓋43の上には回路基板63が設けられており、この回路基板63の上に液晶表示装置Pが実装されている。第1の実施形態における液晶表示装置Pには、風防ガラス42側(視認側)より、偏光分離器21、第1の電極が設けられた第1の基板1、液晶層9、第2の電極が設けられた第2の基板6からなる液晶表示パネルP1、および光源29が設けられている。液晶表示パネルP1の第1の基板1と第2の基板6は所定の間隙を隔てて対向しており、第1の基板1と第2の基板6の間のスペースが液晶層9になっている。液晶層9の中には液晶がシール

部材14と図示しない封孔部でシールされて封入されている。

【0035】また、光源29は、光源用端子62によって回路基板63上の電源回路に接続されており、回路基板63側から電源の供給を受ける。更に、第1の基板1の図示しない電極は、導電部材61によって回路基板63上の信号端子に接続されている。ケース41上に配置されている通信センサ48は、通信用基板51上に実装されている。この通信用基板51は柔軟な印刷回路基板(FPC)からなる通信用接続端子52により回路基板63と接続している。通信センサ48は送受信あるいは受信用であり、位置情報用のGPSセンサ、あるいはブルートゥース送受信センサ、あるいは赤外線送受信センサである。また、回路基板63にはエネルギー源として電池用端子53に取り付けられた電池54が設けられている。

【0036】図3は図2の液晶表示装置Pの一部を拡大して示すものである。図2で説明したように、液晶表示パネルP1には第1の基板1と第2の基板6との間には液晶層9がある。また、第1の基板1と第2の基板6の上には、液晶層9を所定の方向に揃えるために、配向膜(図示せず)が設けられている。液晶層9としてツイストネマティック液晶を使用する場合には、第1の基板1側の配向膜のラビング方向と、第2の基板6側の配向膜のラビング方向は直交させてあり、この結果、液晶層9のツイスト角は90度となっている。

【0037】更に、第1の基板1と第2の基板6の対向する面には、第1の電極2と第2の電極7がそれぞれ設けられている。第1の電極2と第2の電極7に挟まれた二点鎖線で示す領域が液晶層9の中の1つの画素となる。第1の基板1と第2の基板6、及び液晶層9で1つの液晶表示パネルP1が構成される。液晶層9にはネマティック液晶として紫外線領域(340nmより長波長)で透明なZLI-5092、またはZLI-1083(製造業者名:メルクジャパン)を使用することができる。このネマティック液晶はホストとして使用されている。一方、ホストの中に溶解させるゲストとしては青色蛍光二色性色素が使用されている。この青色蛍光二色性色素としては、2,5-ビースー(5-テーブチル-2-ベンゾオキサンリル)チオフェン(BBOT:東京化成工業製)を使用することができる。ゲストである蛍光二色性色素の添加割合は、ホスト液晶に対して0.5質量パーセント(wt%)とし、液晶層9の厚さは1.1μmとすることができます。

【0038】液晶表示パネルP1の視認者側(図の上側)には偏光分離器21が配置されている。この実施形態の偏光分離器21は、一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板である。吸収型偏光板にはヨウ素を一軸に延伸して配向したものを透明フィルムで積層したものを使用することができます。

きる。

【0039】また液晶表示パネルP1の偏光分離器21と反対側(図の下側)側には光源29が設けられている。光源29は、拡散板27、蛍光管25、および反射板26から構成されている。蛍光管25には紫外線を発光するブラックライト蛍光ランプあるいはケミカルランプが使用されている。反射板26にはアルミニウム箔を利用し、拡散板27には紫外線を透過するアクリル板の表面を粗面にしたもののが使用されている。340nmより短波長の光を液晶層9に照射しないために、アクリル板には340nm以下の波長を吸収する材質が使用されている。340nm以下の波長を液晶層9に照射しない方法として、第2の基板6の材質を選択することでも可能であり、本実施形態ではソーダライムガラス(青板ガラス)が使用されている。

【0040】液晶表示パネルP1は風防ガラス42の奥側に配置されている。これは、液晶層9に含まれる蛍光二色性色素により発光が行われるため、風防ガラス42から奥の位置にある方が、図示しない外部光源からの入射光を防止でき、視認性が改善できるからである。ここで、図4(b)と図5を用いて青色蛍光二色性色素をゲストとして使用する場合の液晶表示パネルの光学特性を説明するが、その前に、図4(a)により液晶層に添加される二色性色素分子90の配向方向に対する偏光成分の透過、吸収について説明する。図4(a)に示すように、二色性色素分子90に対して、その配向方向に垂直な偏光成分LVが入射された場合は、二色性色素分子90の配向方向に垂直な偏光成分LVは、二色性色素分子90を透過してそのまま出力される。一方、二色性色素分子90に対して、その配向方向に平行な偏光成分LPが入射された場合は、二色性色素分子90の配向方向に平行な偏光成分LPは、液晶分子のダイレクタに追従する二色性色素分子90に吸収されてしまう。

【0041】図4(b)は、青色蛍光二色性色素をゲストとして使用する場合の液晶表示パネルの液晶ダイレクタ(分子配向方向)に垂直および平行の偏光成分による吸収スペクトルを示すグラフである。横軸に波長をnm単位で示し、縦軸に吸収率を相対的に示してある。曲線Lは液晶層のダイレクタに平行な偏光に対する吸収スペクトルであり、曲線Mは液晶層のダイレクタに垂直な偏光に対する吸収スペクトルである。曲線Mと曲線Lの吸収強度の比が、吸収に対する液晶表示パネルP1の二色性比である。

【0042】図5は、青色蛍光二色性色素をゲストとして使用する場合の液晶表示装置の液晶ダイレクタ(分子配向方向)に垂直および平行の偏光成分による発光スペクトルを示すグラフである。横軸に波長をnm単位で示し、縦軸に発光強度を相対的に示している。曲線Pは液晶ダイレクタに平行な偏光に対する発光スペクトルであり、曲線Qは液晶ダイレクタに垂直な偏光に対する発光

スペクトルである。曲線Pと曲線Qの差が液晶表示装置のコントラスト比となり、視認性となる。

【0043】図4と図5に示すグラフから明らかなように、青色蛍光二色性色素をゲストとして使用する場合の液晶表示パネルの液晶ダイレクタに平行な偏光紫外線の照射により大きな吸収が発生し、400nmから500nmの青色の発光が起こる。逆に、液晶ダイレクタに垂直な偏光紫外線の照射では僅かな吸収しか発生せずに殆どの紫外線が透過し、可視光の発光は殆ど発生しない。

10 【0044】次に、図3に戻って液晶表示装置の表示の原理を説明する。図3には第1の電極2と第2の電極7との間に、第1の画素部71、第2の画素部73、及び、画素部71、73の周囲である第1の画素間72と第2の画素間74とが示されている。第1の画素部71には、液晶ダイレクタに大きな変化が発生する大きな電圧(オン電圧)が印加されている。第2の画素部73には、液晶ダイレクタに変化が殆ど発生しない小さな電圧(オフ電圧)が印加されている。第1の画素間72と第2の画素間74の液晶ダイレクタと、オフ電圧が印加されている第2の画素部73の液晶ダイレクタは同一である。

【0045】光源29からは色々な角度の偏光が液晶表示パネルに入射される。図3には紙面に対して手前と奥の偏光(以後、前後偏光とし、図3には「×」の記号が付されている)と、紙面に対して左右の偏光(以後、左右偏光とし、図3には両矢印が付されている)が代表して示されている。第1の画素部71における光線81の前後偏光は液晶ダイレクタが第1の基板1に垂直の方向である。このため、光線81は蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい方向の偏光であり、蛍光二色性色素の吸収、および発光は殆ど発生しない。さらに液晶の旋光性がないため、前後偏光のまま偏光分離器21に至る。偏光分離器21の透過軸は紙面の手前と奥の方向に配置されており、吸収軸が紙面の左右方向に配置されている。このため、光線81は偏光方向を維持したまま視認者側へ出射する。ところが、偏光分離器21はヨウ素の偏光層を挟む透明フィルム内に紫外線(380nmより波長の短い領域)を吸収する紫外線吸収材を含むため、視認者側へは結果的には出射しないことになる。

40 【0046】同じく第1の画素部71における光線82の左右偏光は、蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい方向の偏光であるため、蛍光二色性色素の吸収、および発光は殆ど発生しない。さらに液晶の旋光性がないため、左右偏光として偏光分離器21に至る。光線82は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者側へは出射しない。

【0047】ここで液晶ダイレクタの変化していない第1の画素間72、第2の画素部73および第2の画素間74における光線について説明する。第1の画素間72における光線83の前後偏光は液晶ダイレクタが第1の

基板1と平行方向であり、ツイストしており、入射光の偏光方向が図4に示す曲線Mに相当するため、蛍光二色性色素の小さな吸収、および小さな発光が発生し、液晶の90度旋光性により、左右偏光となり偏光分離器21に至る。このため、光線83は偏光分離器21の吸収軸に入射するので、視認者には殆ど認識できない。

【0048】また、第2の画素部73における光線84の左右偏光は液晶ダイレクタに対して平行な偏光であり、図4に示す曲線Lに相当する蛍光二色性色素の大きな吸収、および大きな発光が発生する。さらに液晶の90度旋光性によって光線84の左右偏光は前後偏光となり、液晶層9内で色々な方向に発光して前後偏光として偏光分離器21に至る。前後偏光となった光線84は偏光分離器21の透過軸に入射するため、光線86として視認者側へ出射され、青色発光を呈示できる。

【0049】同様に第2の画素間74においても光線85の左右偏光は液晶ダイレクタに平行な偏光であるため、図4に示す曲線Lに相当するため蛍光二色性色素の大きな吸収、および大きな発光が生じる。さらに液晶の90度旋光性によって光線85の左右偏光は前後偏光となり、液晶層9内で色々な方向に発光して前後偏光として偏光分離器21に至る。前後偏光となった光線85は偏光分離器21の透過軸に入射するため、光線87として視認者側へ出射され、発光を呈示できる。

【0050】実際には光源29からは前後偏光から左右偏光までの色々な偏光が射出しているため、蛍光二色性色素の分子は色々な方向の偏光に対して吸収と発光が発生する。そのため、液晶層に大きなオン電圧が印加されている場合には本来、発光が発生しないことが理想であるが、一部発光してしまう。そのため、第1の実施形態では、液晶パネルの視認者側に偏光分離器21を配置することにより、オン電圧が印加される第1の画素部71の発光を吸収し、オフ電圧が印加されている第2の画素部73の発光とのコントラスト比を大きくしている。すなわち、第1の実施形態では、偏光分離器21が蛍光二色性色素の二色性比の不足を補う作用をしている。

【0051】また、以上のように構成された第1の形態の構造を、従来の光源29と液晶パネルとの間に偏光分離器を配置する構造と比較すると、一般的の液晶表示装置に使用している偏光分離器では紫外線を殆ど透過しないこと、及び、紫外線を透過する偏光分離器でも紫外線の偏光透過率が悪いことが分かる。このため、従来の構造では本発明の第1の実施形態の1/2から1/3程度の輝度しか得られないため、この第1の実施形態が有効であることが分かる。

【0052】また、第1の実施形態では青色蛍光二色性色素をゲストとする例を示したが、赤色蛍光二色性色素としては、NK-4256（日本感光色素製）にナイルレッドを加えることにより色純度と蛍光強度の二色性比が良好となる。緑色蛍光二色性色素としては、トリフェ

ニルアミン誘導体（NSD：リコー製）とクマリン6を重量比1:1で混合したものが採用できる。この場合、各蛍光二色性色素はホスト液晶に対して0.5質量%添加すれば良い。

【0053】緑色蛍光二色性色素をゲストとする液晶表示パネルの吸収スペクトル特性は、450nm近傍に最大吸収をもち、300nmから500nmの吸収領域がある。発光スペクトル特性は490nm近傍に最大発光をもち、470nmから620nmの発光特性を達成できる。赤色蛍光二色性色素をゲストとする液晶表示パネルの吸収スペクトル特性は、490nmから520nmに最大吸収をもち、300nmから600nmの吸収領域がある。発光スペクトル特性は600nm近傍に最大発光をもち、560nmから700nmより長波長までの発光特性を達成できる。

【0054】以上の青色、緑色および赤色蛍光二色性色素をゲストとする液晶表示パネルを採用することにより色々な発光色の液晶表示装置が可能となる。

【第2の実施形態】以下に本発明の第2の実施形態における液晶表示装置について説明する。第2の実施形態が第1の実施形態と異なる点は、第1の実施形態では1層構造であった蛍光二色性色素を含む液晶層が2層構造になっている点である。

【0055】図6は、第2の実施形態における液晶表示装置Pの一部を拡大して示す断面図であり、図3と同じ部位を示すものである。図6においては、第1の実施形態の液晶表示装置Pと同じ構成部材には同一の符号または番号を付してある。第2の実施形態では、液晶表示装置Pが液晶表示パネルP1（以後第1の液晶表示パネルP1と言う）と、第2の液晶表示パネルP2から構成されている。さらに第2の実施形態では、視認者側の第1の液晶表示パネルP1の液晶層9はツイストネマティック（TN）液晶であり、下側の第2の液晶表示パネルP2の液晶層19はホモジニアス液晶となっている。

【0056】第1の液晶表示パネルP1の構成は第1の実施形態と同じであり、第1の液晶層9が第1の電極2が設けられた第1の基板1と第2の電極7が設けられた第2の基板6で挟まれた構成である。第1の電極2と第2の電極7とはお互いに対向し、重なり合う部分が画素部となることも同じである。この図では、71が第1の画素部、73が第2の画素部、72が第1の画素間、74が第2の画素間を示している。

【0057】また、第1の基板1と第2の基板6上には、第1の液晶層9を所定の方向に揃えるために、配向膜（図示せず）が設けられている。第1の液晶層9として、ホストであるツイストネマティック液晶に、緑色蛍光二色性色素をゲストとして添加したものが使用されている。第1の液晶層9のツイスト角は90度である。また、ホスト液晶および緑色蛍光二色性色素は第1の実施形態と同一の材料を採用している。

【0058】以上の構成を有する第1の液晶表示パネルP1の視認者側には、偏光分離器21がある。この偏光分離器21としては、一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板を配置することができる。吸収型偏光板にはヨウ素を一軸に延伸して配向したものを透明フィルムで積層したものを使用することができる。偏光分離器21の視認者側の表面には外部光源(図示せず)の表面反射を防止するために低反射層が形成されている。

【0059】さらに、第1の液晶表示パネルP1の視認者と反対側(紙面の下側)には、第2の液晶表示パネルP2が設けられている。第2の液晶表示パネルP2は、第3の基板11と第4の基板16との間に、第2の液晶層19が図示しないシール部と封孔部で封止されて保持された構造をしている。また、第3の基板11と第4の基板16の上には、第2の液晶層19を所定の方向に揃えるために、図示しない配向膜が設けられている。第3の基板11と第4の基板16の対向する面上には電極は設けられていないので、第2の液晶表示パネルP2の構成は簡素である。

【0060】第2の液晶層19としては、ホストであるネマティック液晶に青色蛍光二色性色素をゲストとして添加することができる。第2の液晶層19における液晶分子の配向は、第3の基板11と第4の基板16とで平行配向であるホモジニアス配向である。ホスト液晶および青色蛍光二色性色素には、第1の実施形態と同一の材料を採用することができる。ホスト液晶の液晶ダイレクタは基板11、16に平行である。青色蛍光二色性色素の吸収が大きい軸もホスト液晶の液晶ダイレクタと同一な方向である。また、第2の液晶表示パネルP2はホスト液晶に蛍光二色性色素を添加しているため、蛍光性と偏光性が兼ね備わっている。

【0061】第2の実施形態では、第2の液晶層19の青色蛍光二色性色素の吸収が大きい軸と、電圧無印加時における第1の液晶層9の第2の基板6側の緑色蛍光二色性色素の吸収の大きい軸とがお互いに直交する方向に、第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2が配置されている。また第2の液晶表示パネルP2の下側には光源29が設けられている。光源29は紫外線励起光源であり、キセノン(Xe)ランプ、ブラックライト蛍光ランプあるいはケミカルランプが使用されている。

【0062】図7は、第1の液晶層9に印加する電圧毎の発光スペクトル特性を示すグラフである。横軸には波長がnm単位で示され、縦軸には発光強度が相対的に示されている。また、図7には、第1の液晶表示パネルP1の画素部に印加する電圧が0Vの時の発光スペクトル曲線R、印加する電圧が2.6Vの時の発光スペクトル曲線S、印加する電圧が10Vの時の発光スペクトル曲線Tが示されている。図8は、第1の液晶層9に印加す

る電圧による色度変化(蛍光色度)を示す色度座標図である。

【0063】次に、図6を用いて第2の実施形態における表示の原理を説明する。ここでは第1の電極2と第2の電極7の間の第1の画素部71に、液晶ダイレクタの大きな変化が発生するオン電圧が印加されており、第2の画素部73には液晶ダイレクタの変化が殆ど発生しないオフ電圧が印加されているものとする。したがって、画素部71、73の周囲である第1の画素間72と第2の画素間74と、第2の画素部73の液晶ダイレクタは同一である。

【0064】光源29からは色々な角度の偏光が液晶表示パネルに入射する。ここには前後偏光(×で示す)と左右偏光(両矢印で示す)が代表して示されている。第1の画素部71における光線91の前後偏光は青色蛍光二色性色素の吸収の大きな軸と平行な偏光であるため、第2の液晶層19で青色の発光が発生し、前後偏光のまま第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタはオン電圧が印加されて第2の基板6に垂直な方向であり、光の旋光性も殆どない。即ち、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さいため、光線91は緑色の発光を伴わず青色で前後偏光のまま偏光分離器21に入射する。偏光分離器21の透過軸は紙面の手前と奥の方向に配置され、吸収軸が紙面の左右に配置されているため、光線91は青色光線として偏光方向を維持したまま視認者側へ光線96として出射する。視認者はこの光線96の青色を認識する。

【0065】すなわち、光線96は、図7に示すグラフの曲線Tに相当し、第1の液晶層9に10V印加した状態である。図8の色度図上では10Vの点に相当し、Y値が小さい値を示している。同じく第1の画素部71における光線92の左右偏光は青色蛍光二色性色素の吸収の小さい軸と平行な偏光であるため、第2の液晶層19で青色の発光は殆ど発生せず、左右偏光のまま第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタはオン電圧が印加されており、光の旋光性は殆どなく、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さいため、緑色の発光を伴わず左右偏光のまま偏光分離器21に入射する。偏光分離器21の吸収軸に入射するため、大きな吸収が発生し視認者側へは出射しない。即ち、暗い表示となる。そのため、第1の液晶層9にオン電圧を印加することにより、青色の発光が視認者に視認されることになる。

【0066】第1の画素間72における光線93の前後偏光は青色蛍光二色性色素の吸収の大きな軸と平行な偏光であるため、第2の液晶層19で青色の発光が発生し、前後偏光のまま第1の液晶表示パネルP1に入射する。この入射光は第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸に入射するため、緑発光は殆ど発生しない。また、第1の液晶層9の90度

の旋光性により、光線93は左右偏光として偏光分離器21に入射する。光線93は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者には青色発光は認識されない。

【0067】次に、第2の画素部73における光線94の左右偏光は青色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸の偏光であるため、青色の発光は殆ど発生しない。左右偏光の光線94は第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸に入射するため、強い緑色の発光が生じる。また、第1の液晶層9の90度の旋光性により、光線94は前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線94は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線97として緑色の発光が認識される。即ち、光線94は図7に示すグラフの曲線Rに相当し、第1の液晶層9に0V印加した状態である。これは図8の色度図上では0Vの点に相当し、Y値が大きい値を示している。

【0068】第2の画素間74では第2の画素部73とほぼ同一の液晶ダイレクタであるため、光線95の左右偏光は青色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸の偏光であり、青色の発光は殆ど発生しない。左右偏光の光線95は第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸に入射するため、強い緑色の発光が生じる。また、光線95は第1の液晶層9の90度の旋光性により前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線95は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線98として緑色の発光が認識される。すなわち、光線95は図7に示すグラフの曲線Rに相当し、第1の液晶層9に0V印加した状態である。図8の色度図上では0Vの点に相当し、Y値が大きい値を示している。

【0069】第2の画素部73に第1の液晶層9の液晶ダイレクタが多少変化する電圧として2.6Vが印加されると、光源29からの前後偏光は第2の液晶層19で青色発光し、第1の液晶層9の旋光性が90度まで達しないため、偏光分離器21の透過軸に一部入射する。また、光源29からの左右偏光は第1の液晶層9で緑色発光し、第1の液晶層の旋光性が90度まで達しないため、偏光分離器21の透過軸に一部しか入射しない。そのため、光線95は図7に示すグラフの曲線Sに相当する特性となり、これは図8の色度図上では0Vと10Vの中間の点に相当する。第1の液晶層9に印加する電圧により図8の0Vから10Vの変化軌跡66を可変することができる。

【0070】以上の構成を採用することにより、第1の液晶表示パネルP1の画素部にオン電圧あるいはオフ電圧、または中間電圧を印加することにより、第2の液晶層19の発光と第1の発光と両方の比率を変えた発光の表示が可能となる。また第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2とを重ねることにより同一の画素部で色々な発光色を表示することが可能となるため、

カラーフィルターを配置する場合に比較して明るい表示、きめ細かい表示が可能となる。

【0071】【第3の実施形態】以下に本発明の第3の実施形態における液晶表示装置について説明する。第3の実施形態は、図9に示すように第2の実施形態と同じく、蛍光二色性色素を含む液晶層が2層構造になっている。即ち、第3の実施形態においても、液晶表示装置Pが第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2から構成されている。そして、図9においても、第1と第2の実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号が付されている。第3の実施形態が第2の実施形態と異なる点は、視認者側の第1の液晶パネルP1の液晶層9がツイストネマティック液晶であるのに加えて、下側の第2の液晶パネルP2の液晶層19もツイストネマティック液晶である点である。

【0072】第1の液晶表示パネルの構成は、第1、第2の実施形態と同じであり、第1の電極2を有する第1の基板1と、第2の電極7を有する第2の基板7で第1の液晶層9が挟まれた構成をしている。第1の電極2と第2の電極7とはお互いに対向しており、電極の重なり合う部分が画素部となることも同様である。この図では、71が第1の画素部、73が第2の画素部、72が第1の画素間、74が第2の画素間を示している。

【0073】第1の基板1と第2の基板6の間の第1の液晶層9は、シール部(図示せず)と封孔部(図示せず)により封止されている。また、第1の基板1と第2の基板6の上には、第1の液晶層9を所定の方向に揃えるために、配向膜(図示せず)が設けられている。第1の液晶層9として、ホストであるツイストネマティック液晶に赤色蛍光二色性色素がゲストとして添加されている。第1の液晶層9のツイスト角は90度である。ホスト液晶および赤色蛍光二色性色素は第1の実施形態と同一の材料を採用している。

【0074】以上の構成を有する液晶表示パネルの視認者側には、偏光分離器21として一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板が配置されている。さらに、第1の液晶表示パネルP1の視認者と反対の面には第2の液晶表示パネルP2が設けられている。第2の液晶表示パネルP2は、第3の基板11と第4の基板16の間に、第2の液晶層19が図示しないシール部と封孔部により封止された構造をしている。第3の基板11と第4の基板16の上には、第2の液晶層19を所定の方向に揃えるために、配向膜(図示せず)が設けられている。第3の基板11と第4の基板16上には電極は設けていないため、第2の液晶表示パネルP2は簡素な構造である。

【0075】第2の液晶層19としてホストであるツイストネマティック(TN)液晶には、緑色蛍光二色性色素がゲストとして添加されている。第2の液晶層19の配向は第3の基板11と第4の基板16とで90度ツイ

ストする配向である。緑色蛍光二色性色素の吸収が大きい軸もホスト液晶の液晶ダイレクタと同一な方向である。また、第2の液晶表示パネルP2はホスト液晶に蛍光二色性色素が添加されているため、蛍光性と偏光性を兼ね備わっている。

【0076】第3の実施形態では、第2の液晶層19の緑色蛍光二色性色素の吸収が大きい軸の第3の基板11に面する配向方向と、電圧無印加時における第1の液晶層9の第2の基板6側の赤色蛍光二色性色素の吸収の大きい軸とはお互いに直交する方向に第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2が配置されている。即ち、第1の液晶層9の中央分子の配向方向と第2の液晶層19の中央分子の配向方向とは90度異なる方向に配向されている。第1の液晶層9と第2の液晶層19を共にツイストネマティック液晶とすることにより、配向膜の種類、液晶を同一にできるため、製造工程を簡単にできる。

【0077】また第2の液晶表示パネルの下側には光源29が設けられている。光源29には平面発光源であるエレクトロルミネッセント素子(EL素子)が採用されている。EL素子には紫外線と可視光が含まれる。平面発光源は薄型化が可能であるため、携帯情報機器、時計には特に有効な光源である。また、EL素子としては無機型、有機型のどちらでも可能である。

【0078】次に、図9を用いて第3の実施形態における表示の原理を説明する。ここでは第1の電極2と第2の電極7の間の第1の画素部71に、液晶ダイレクタの大きな変化が発生するオン電圧が印加されており、第2の画素部73には液晶ダイレクタに変化が殆ど発生しないオフ電圧が印加されているものとする。この時、画素部71、73の周囲である第1の画素間72と第2の画素間74、及び第2の画素部73の液晶ダイレクタは同一である。また、光源29からは色々な角度の偏光が液晶表示パネルP2に入射している。ここには前後偏光(×で示す)と左右偏光(両矢印で示す)が代表して示されている。

【0079】第1の画素部71における光線91の前後偏光は緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい方向の偏光であるため、第2の液晶層19では殆ど緑色の発光が発生しない。また第2の液晶層の旋光性により光線91は左右偏光として第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタは、オン電圧が印加されて第2の基板6と垂直な方向にあって光の旋光性は殆どない。従って、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さいため、光線91は、赤色の発光を伴わずに左右偏光のまま偏光分離器21に入射する。偏光分離器21の透過軸は紙面の手前と奥の方向に配置され、吸収軸は紙面の左右に配置されているため、光線91は偏光分離器21により吸収され視認者側へは出射しない。

【0080】同じく第1の画素部71における光線92の左右偏光は緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光であるため、第2の液晶表示パネルP2の第2の液晶層19で強い緑色の発光が発生し、第2の液晶層19の旋光性により光線92は前後偏光となり第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタは、オン電圧が印加された部分において第2の基板6に垂直な方向であり、光の旋光性は殆どない。そのため、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積は小さく、光線92は赤色の発光を伴わずに前後偏光のまま偏光分離器21に入射する。光線92は偏光分離器21の透過軸に入射するため、緑色発光として視認者側へ光線96として出射する。即ち、第1の液晶層9にオン電圧を印加することにより緑色の発光を表示することができる。

【0081】次に、第1の画素間72における光線93の左右偏光は緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光であるため、第2の液晶層19で強い緑色の発光が発生する。そして、第2の液晶層19の旋光性により光線93は前後偏光となり、第1の液晶表示パネルP1に入射する。この入射光は第1の液晶表示パネルP1の赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸に入射するため、赤発光は殆ど発生しない。また、第1の液晶層9の90度の旋光性により、光線93は左右偏光として偏光分離器21に入射する。光線93は左右偏光として偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者には緑色発光は認識されない。

【0082】第2の画素部73における光線94の前後偏光は、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸を透過することにより発生する偏光であり、緑色の発光は殆ど発生しない。第2の液晶表示パネルP2から出射される左右偏光は、第1の液晶表示パネルP1の赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光として入射するため、強い赤色の発光が発生する。また、第1の液晶層9の90度の旋光性により、光線94は前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線94は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線97として赤色の発光が認識される。

【0083】第2の画素間74は、第2の画素部73とほぼ同一の液晶ダイレクタであるため、第2の画素間74に入射される光線95の前後偏光は緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸を透過することにより発生する偏光であり、緑色の発光は殆ど発生しない。第2の液晶表示パネルP2から出射される左右偏光の光線95は第1の液晶表示パネルP1の赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸に入射されるため、強い赤色の発光が発生する。また、第1の液晶層9の90度の旋光性により光線95は前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線95は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線98として赤色の発光が認識され

る。

【0084】第3の実施形態においても、オン電圧とオフ電圧の中間の電圧を電極2, 7の間に印加することにより、第2の液晶層9における発光と第1の液晶層9における発光の両方の比率を変えた発光の表示が可能である。また平面発光源としてEL素子を採用し、さらにEL素子に可視光領域の波長を含めることにより、光源29の色も含めて表示することが可能となり、さらに可視光線と紫外線により蛍光二色性色素の発光も可能となる。

【0085】〔第4の実施形態〕以下に本発明の第4の実施形態における液晶表示装置について説明する。第4の実施形態は、図10に示すように、蛍光二色性色素を含む第1の液晶表示パネルP1の下側に異方性蛍光素子23が設けられた構造である。そして、図10においてもこれまでの実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号が付されている。

【0086】第1の液晶表示パネルP1の構成はこれまでの実施形態と同じであり、第1の電極2を有する第1の基板1と、第2の電極7を有する第2の基板6で液晶層9が挟まれた構成である。第1の基板1と第2の基板6は互いに対向しており、第1の電極2と第2の電極7との重なり合う部分が画素部となることも同様である。この図では、71が第1の画素部、73が第2の画素部、72が第1の画素間、74が第2の画素間を示している。第1の基板1と第2の基板6の間の液晶層9は、図示しないシール部と封孔部とにより封止されている。また、第1の基板1と第2の基板6の上には、液晶層9を所定の方向に揃えるために、図示しない配向膜が設けられている。この実施形態の液晶層9は、ホストであるツイストネマティック液晶に緑蛍光二色性色素がゲストとして添加されて構成されている。液晶層9のツイスト角は90度である。ホスト液晶および緑蛍光二色性色素には第1の実施形態と同一の材料が使用されている。

【0087】以上の構成を有する液晶表示パネルP1の視認者側には、偏光分離器21として、一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板が配置されている。吸収型偏光板としては、ヨウ素を一軸に延伸して配向したものに透明フィルムが積層されたものが使用されている。更に、第1の液晶表示パネルP1の視認者と反対の面には異方性蛍光素子23が配置されている。異方性蛍光素子23としては、蛍光二色性色素をポリマー樹脂に吸着させ、透明フィルムで挟んで一方向に延伸して一方向に配向させたフィルムを使用することができる。あるいは、異方性蛍光素子23は、サーモトロピック液晶に蛍光二色性色素を添加して、加熱雰囲気にて配向処理を施したフィルム上に塗布して透明フィルムで挟んで一方向に延伸し、室温に冷却して作成することも出来る。異方性蛍光素子23の特徴は、偏光性を有し、一方の偏光軸が透過軸となってお

り、ほぼ直交する偏光軸が発光軸となっていることである。また、蛍光二色性色素の分量、あるいは色は変えることが可能である。

【0088】異方性蛍光素子23の発光の発生する偏光軸と、電圧無印加時における液晶層9の第2の基板6側の緑蛍光二色性色素の吸収の大きい軸とは互いに直交する方向に配置されてる。また、異方性蛍光素子23の透過軸と電圧無印加時における液晶層9の第2の基板6側の緑蛍光二色性色素の吸収の大きい軸とは、互いに平行方向に配置されている。異方性蛍光素子23の使用により、液晶表示装置Pの薄型化を達成することができる。

【0089】また、異方性蛍光素子23の下側には光源29が設けられている。光源29は、この実施形態では、紫外線を発光する発光ダイオード31とレンズ状に表面を加工してなる導光板33から構成されている。発光ダイオード31を採用することにより光源29の小型化が可能となり、また、ランプと異なり、インバーター等の回路が不要となり、点灯、消灯の遅延が発生しないという利点がある。また、発光ダイオード31と導光板33の組み合わせにより平面発光源とすることができる、携帯機器、時計等の重さと容積の限定が厳しい用途には特に有利である。

【0090】次に、図10を用いて第4の実施形態における表示の原理を説明する。ここでは第1の電極2と第2の電極7を通じて、第1の画素部71に液晶ダイレクタの大きな変化が発生するオン電圧が印加されており、第2の画素部73に液晶ダイレクタの変化が殆ど発生しないオフ電圧が印加されているものとする。この時、画素部71, 73の周囲である第1の画素間72と第2の画素間74、及び第2画素部73の液晶ダイレクタは同一である。

【0091】発光ダイオード31として共振鏡を有するレーザーダイオードを使用することも可能であるが、この実施形態ではコストが安い通常の発光ダイオード(LED)31が使用されている。LED31からの光線32は、導光板33に入射した後、色々な角度の偏光として異方性蛍光素子23を透過し、液晶表示パネルP1に入射する。ここでは前後偏光(×印)と左右偏光(両矢印)が代表して示されている。

【0092】第1の画素部71における光線101の前後偏光は異方性蛍光素子23の吸収断面積の大きい方向の偏光であるため、強い青色の発光が発生する。また、第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタはオン電圧が印加して第2の基板6に垂直方向であり、光の旋光性は殆どなく、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さいため、光線101は緑色の発光を伴わず前後偏光のまま偏光分離器21に入射する。偏光分離器21の透過軸は紙面の手前と奥の方向に配置されており、吸収軸が紙面の左右に配置されているため、光線101は偏光分離器21により透過されて光線106として視認者側へ出射

する。

【0093】同じく第1の画素部71における光線102の左右偏光は異方性蛍光素子23の透過軸方向の偏光であるため、殆ど発光が発生しない。第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタはオン電圧が印加されているので第2の基板6に垂直方向であり、光の旋光性は殆どない。そのため、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積は小さく、光線102は緑色の発光を伴わず左右偏光のまま偏光分離器21に入射する。ところが、光線102は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者側へは殆ど出射しない。即ち、液晶層9にオン電圧が印加されることにより異方性蛍光素子23の発光色を視認者に表示することができる。

【0094】第1の画素間72における光線103の前後偏光は異方性蛍光素子23の発光による偏光であるが、液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸に入射するため、緑色の発光は殆ど発生しない。また、光線103は第1の液晶層9の90度の旋光性により左右偏光として偏光分離器21に入射するが、偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者には青色発光は認識されない。

【0095】第2の画素部73における光線104の左右偏光は異方性蛍光素子23の透過軸の偏光であり、異方性蛍光素子23の発光は殆どない。異方性蛍光素子23から出射する光線104の左右偏光は液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光として入射されるため、強い緑色の発光を発生する。また、第1の液晶層9の90度の旋光性により光線104は前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線104は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線107として強い緑色の発光が認識される。

【0096】一方、第2の画素間74では第2の画素部73とほぼ同一の液晶ダイレクタであるため、光線105は光線104と同様に視認者に認識される。即ち、光線105は液晶表示パネルP1で強い緑色の発光を発し、第1の液晶層9で前後偏光になって偏光分離器21に入射し、視認者には光線108として緑色の発光が認識される。

【0097】第4の実施形態においても、オン電圧とオフ電圧の中間の電圧を印加することにより、異方性蛍光素子23の発光と第1の液晶層9の発光と両方の比率を変えた発光の表示が可能である。

〔第5の実施形態〕以下に本発明の第5の実施形態における液晶表示装置について説明する。図11に示す第5の実施形態は、図6で説明した第2の実施形態の液晶表示装置P、或いは、図9で説明した第3の実施形態の液晶表示装置Pの変形形態を示すものである。即ち、第5の実施形態は、液晶層9がツイストネマティック液晶である第1の液晶表示パネルP1と、液晶層19がホモジ

ニアス液晶である第2の液晶表示パネルP2を備えた第2の実施形態の液晶表示装置P、或いは、液晶層9と液晶層19が共にツイストネマティック液晶である第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2を備えた第3の実施形態の液晶表示装置Pにおいて、第2の液晶表示パネルP2の下側に、紫外線を透過し、可視光を吸収あるいは反射する光学素子35が更に設けられているものである。光学素子35としては、紫外線透過可視光吸収フィルターとしてU-340 (HOYA製)、或いはU-360 (HOYA製)を使用することができる。

【0098】従って、第5の実施形態の液晶表示装置Pは、第2の液晶表示パネルP2と光源29の間に光学素子35が設けられている点のみが、第2の実施形態、或いは第3の実施形態の液晶表示装置Pと異なる。よって、図11に示される第5の実施形態の液晶表示装置Pの構成については、第2の実施形態と第3の実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号を付してその説明を省略し、その表示原理のみを説明する。

【0099】ただし、第5の実施形態の液晶表示装置Pの表示原理の説明は、液晶層9がツイストネマティック液晶であり、液晶層19がホモジニアス液晶である場合についてのみ行う。また、光源29からは色々な角度の偏光が光学素子35を通して第2の液晶表示パネルP2に入射するが、ここでは、前後偏光(×印)と左右偏光(両矢印)が代表して示されている。

【0100】光線111は前後偏光であり、可視光(400nmから800nm領域)であるため、光学素子35により吸収される。また、光線112は左右偏光であり、可視光であるため、光学素子35により吸収される。このように、光源29から可視光が発光しても、光学素子35により可視光は吸収されて視認者側には認識されない。従って、光源29からの可視光の発光は、光学素子35の設置によって、液晶表示パネルP1、P2からの可視光の発光に影響を及ぼさないようにすることができる。

【0101】光線113の前後偏光は青色蛍光二色性色素の吸収の大きな軸と平行な偏光であるため、光学素子35を透過した後に第2の液晶表示パネルP2に入射して第2の液晶層19で青色の発光が発生し、光線113は前後偏光のまま第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1の第1の画素部71の液晶ダイレクタは、電極2、7間にオン電圧が印加されているので第2の基板6と垂直方向であり、光の旋光性は殆どない。そのため、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さく、光線113は緑色の発光を伴わず青色で前後偏光のまま偏光分離器21に入射する。偏光分離器21の透過軸は紙面の手前と奥の方向に配置されており、吸収軸は紙面の左右に配置されているため、光線113は青色光線として偏光方向を維持したまま光線118とし

て視認者側へ出射し、視認者により青色が認識される。

【0102】第1の画素部71における光線114の左右偏光は青色蛍光二色性色素の吸収の小さい軸と平行な偏光であるため、光学素子35を透過した後に入射された第2の液晶表示パネルP2の第2の液晶層19で青色の発光は殆ど発生せず、光線114は左右偏光のまま第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1の第1の画素部71の液晶ダイレクタは、電極2、7間にオン電圧が印加されているので第2の基板6に垂直方向であり、光の旋光性は殆どない。このため、緑色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さく、光線114は緑色の発光を伴わず左右偏光のまま偏光分離器21に入射する。光線114は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、大きな吸収が発生して視認者側へは出射しない。すなわち暗い表示となる。そのため、第1の液晶層9にオン電圧を印加することにより、視認者は青色の発光を視認することになる。また、光源29に、例えば緑の発光が含まれていても、光学素子35により除去されるので、色純度のよい青色の発光が呈示できる。

【0103】第1の画素間72における光線115の前後偏光は青色蛍光二色性色素の吸収の大きな軸と平行な偏光であるため、光学素子35を透過した後に入射した第2の液晶表示パネルP2の第2の液晶層19で青色の発光が発生し、光線115は前後偏光のまま第1の液晶表示パネルP1に入射する。この入射光は第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸に入射するため、緑発光は殆ど発生しない。また、第1の液晶層9の90度の旋光性により、光線115は左右偏光として偏光分離器21に入射する。光線115は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者には青色発光は認識されない。

【0104】第2の画素部73における光線116の左右偏光は青色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸を透過することにより発生する偏光であり、青色の発光は殆ど発生しない。左右偏光の光線116は第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸に入射するため、強い緑色の発光が発生する。また、光線116は第1の液晶層9の90度の旋光性により前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線116は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線119として緑色の発光が認識される。

【0105】第2の画素間74では第2の画素部73とほぼ同一の液晶ダイレクタであるため、光線117の左右偏光は青色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸を透過することにより発生する偏光であり、青色の発光は殆ど発生しない。左右偏光の光線117は第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸に入射するため、強い緑色の発光を発生する。また、光線117は第1の液晶層9の90度の旋光性により前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線11

7は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には緑色の発光が認識される。

【0106】以上説明したように、第5の実施形態では、2層構造の蛍光二色性色素を含む液晶層9、19と光学素子35と光源29とにより色純度の良好な発光表示が可能となる。また、色純度の良好な発光表示と光学素子35の可視光の遮断により良好な黒表示が可能となる。

〔第6の実施形態〕以下に本発明の第6の実施形態における液晶表示装置について説明する。第6の実施形態は、図6で説明した第2の実施形態の液晶表示装置P、或いは、図9で説明した第3の実施形態の液晶表示装置Pの変形形態を示すものである。即ち、第6の実施形態は、液晶層9がツイストネマティック液晶である第1の液晶表示パネルP1と、液晶層19がホモジニアス液晶である第2の液晶表示パネルP2を備えた第2の実施形態の液晶表示装置P、或いは、液晶層9と液晶層19が共にツイストネマティック液晶である第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2を備えた第3の実施形態の液晶表示装置Pにおいて、第2の液晶表示パネルP2の第3の基板11と第4の基板16にそれぞれ第3の電極12と第4の電極17が更に設けられているものである。

【0107】従って、第6の実施形態の液晶表示装置Pは、第2の液晶表示パネルP2の第3の基板11と第4の基板16にそれぞれ第3の電極12と第4の電極17が更に設けられている点のみが、第2の実施形態、或いは第3の実施形態の液晶表示装置Pと異なる。よって、図12に示される第6の実施形態の液晶表示装置Pの構成については、第2の実施形態と第3の実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号を付してその説明を省略し、その表示原理のみを説明する。

【0108】ただし、第6の実施形態の液晶表示装置Pの表示原理の説明は、第1の液晶層9と第2の液晶層19が共にツイストネマティック液晶である場合についてのみ行う。また、光源29からは色々な角度の偏光が第2の液晶表示パネルP2に入射するが、ここでは、前後偏光(×印)と左右偏光(両矢印)が代表して示されている。

【0109】また、図12に示す第6の実施形態には、第1の液晶パネルP1に3組の第1の電極2と第2の電極7が示されており、第2の液晶パネルP2には第1の液晶パネルP1の電極2、7に重なる位置に設けられた、3組の第3の電極12と第4の電極17が示されている。そして第6の実施形態では、第1の画素部71では第1の液晶層9と第2の液晶層19に共にオン電圧が印加されており、第2の画素部73では第1の液晶層9にはオン電圧が、第2の液晶層19にオフ電圧が印加されており、第3の画素部75では第1の液晶層9にはオフ電圧が、第2の液晶層19にオン電圧が印加されてい

るものとする。

【0110】第1の画素部71における光線121（左右偏光）と光線122（前後偏光）は、第2の液晶層19と第1の液晶層9の液晶ダイレクタが基板に対して垂直方向のために、吸収断面積が小さく赤色および緑色の発光は殆ど発生しない。そのため、偏光分離器21の透過軸に入射される光線122は透過するが、偏光分離器21により紫外線は吸収されるため視認者側には出射しない。

【0111】第1の画素間72の光線123の左右偏光は赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光であるため、第2の液晶層19で強い赤色の発光が発生し、第2の液晶層19の旋光性により前後偏光となり第1の液晶表示パネルP1に入射される。第1の液晶表示パネルP1の液晶ダイレクタはオフ電圧が印加されている電極間と同じであり、透過軸に相当するため、弱い緑色の発光を発生し、光の旋光性により光線123は左右偏光として偏光分離器21に入射される。光線123は偏光分離器21の吸収軸のため、視認者には認識されない。

【0112】第2の画素部73における光線124の左右偏光は赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光であるため、第2の液晶層19で強い赤色の発光が発生し、旋光性により光線124は前後偏光となり第1の液晶表示パネルP1に入射される。光線124は第1の液晶表示パネルP1のオン電圧画素部に入射されるため、緑発光は殆ど発生しない。また、第1の液晶層9の旋光性が殆どないため、光線124は前後偏光として偏光分離器21に入射される。光線124は偏光分離器21の透過軸に入射されるため、視認者には光線128として認識される。

【0113】同じく第2の画素部73における光線125の前後偏光は、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい軸を透過することにより発生する偏光であり、赤色の発光は殆ど発生しない。第2の液晶表示パネルP2から出射される左右偏光の光線125は第1の液晶表示パネルP1のオン電圧画素部に入射されるため、殆ど発光せず、光線125は旋光性を変えずに左右偏光として偏光分離器21に入射される。光線125は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、視認者には認識されない。

【0114】第3の画素部75における左右偏光の光線126は、入射後の第2の液晶層19がオン電圧画素部であるため、殆ど赤色の発光が発生せず、旋光性も変わらず第1の液晶表示パネルP1に入射する。光線126は第1の液晶表示パネルP1のオフ電圧画素部に入射するため、強い緑発光が発生する。また、光線126は第1の液晶層9の旋光性により前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線126は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線129として認識される。

【0115】第3の画素間76における光線127の前後偏光は第2の液晶層19の透過軸に相当する偏光であるため、殆ど赤色の発光が発生せず、旋光性により左右偏光の光線127として第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1のオフ電圧画素部に入射した光線127は強い緑発光を発生する。また、第1の液晶層9の旋光性により光線127は前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線127は偏光分離器21の透過軸に入射するため、視認者には光線130として認識される。

【0116】即ち、第1の液晶層9と第2の液晶層19との液晶ダイレクタを電圧により制御することにより、図13に示すように第1の液晶層9がオフ状態で第2の液晶層19がオン状態の場合には、曲線Vに示すように強い緑色の発光がある。また、第1の液晶層9がオフ状態で第2の液晶層19がいオフ状態の場合には、曲線Wに示すように緑色と赤色の混色の発光がある。更に、第1の液晶層9がオン状態で第2の液晶層19がオン状態の場合には、曲線Hに示すように弱い発光の黒色表示となる。第1の液晶層9がオン状態で第2の液晶層19がオフ状態の場合には、曲線Gに示すように強い赤色の発光がある。以上の説明から明らかなように、黒表示と赤、緑、および中間色の表示が可能となる。このため、第6の実施形態では多色化が容易に達成できる。

【0117】〔第7の実施形態〕以下に本発明の第7の実施形態における液晶表示装置について説明する。第7の実施形態は、図12で説明した第6の実施形態の液晶表示装置Pの第2の液晶表示パネルP1と光源29との間に第3の液晶表示パネルP3と光学素子35を設けた3層構造の液晶表示装置である。従って、第1の液晶表示パネルP1の第1の液晶層9はツイストネマティック液晶であるが、第2の液晶表示パネルP2の第2の液晶層19はホモジニアス液晶かツイストネマティック液晶の何れかである。更に、第3の液晶表示パネルP3の第3の液晶層169もホモジニアス液晶かツイストネマティック液晶の何れかである。また、第3の液晶表示パネルP3の第5の基板161と第6の基板166にはそれぞれ第5の電極162と第6の電極167が更に設けられている。光学素子35には第5の実施形態で使用したものと同じものを使用することができる。

【0118】第7の実施形態の液晶表示装置Pは、第3の液晶表示パネルP3と光学素子35が更に設けられている点以外は、第6の実施形態と同じである。従って、図14に示される第7の実施形態の液晶表示装置Pの構成については、第6の実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号を付してその説明を省略し、その表示原理のみを説明する。

【0119】ただし、第7の実施形態の液晶表示装置Pの表示原理の説明は、第1の液晶層9と第2の液晶層19、及び第3の液晶層169が全てツイストネマティック

## 31

ク液晶である場合についてのみ行う。また、光源29からは色々な角度の偏光が光学素子35を通して第2の液晶表示パネルP2に入射するが、ここでは、前後偏光(×印)と左右偏光(両矢印)が代表して示されている。

【0120】また、図14に示す第7の実施形態には、第1の液晶パネルP1に4組の第1の電極2と第2の電極7が示されており、第2の液晶パネルP2には第1の液晶パネルP1の電極2、7に重なる位置に設けられた、4組の第3の電極12と第4の電極17が示されており、第3の液晶パネルP3にも第1の液晶パネルP1の電極2、7に重なる位置に設けられた、4組の第5の電極162と第6の電極167が示されている。そして第6の実施形態の3層の液晶層には以下の5通りの状態が示されている。

【0121】(1) 第1の液晶層9、第2の液晶層19及び第3の液晶層169の全てにオン電圧が印加されている状態(第1の画素部71の状態)。

(2) 第1の液晶層9と第2の液晶層19にはオン電圧が、第3の液晶層169にオフ電圧が印加されている状態(第2の画素部73の状態)。

(3) 第1の液晶層9と第3の液晶層169にはオン電圧が、第2の液晶層19にオフ電圧が印加されている状態(第3の画素部75の状態)。

【0122】(4) 第1の液晶層9にオフ電圧が、第2の液晶層19と第3の液晶層169にはオン電圧が印加されている状態(第4の画素部77の状態)。

(5) 第1の液晶層9、第2の液晶層19及び第3の液晶層169の全てにオフ電圧が印加されている状態(第4の画素部80の状態)。

第3の液晶表示パネルP3と光源29の間に設けられた光学素子35は、紫外線を透過し、可視光線を吸収する。従って、光源29からの可視光は光学素子35で吸収され、視認者側には出射されないが、紫外線は光学素子35を透過するので、液晶表示パネルに照射することができる。

【0123】前後偏光の光線171と左右偏光の光線172は可視光線(400nm～800nm)であるため、光学素子35に吸収されて液晶表示パネルP3には入射しない。よって、光源29から出射した可視光は視認者によって視認されることがなく、液晶表示パネルからの可視光の発光に影響を及ぼさない。第1の画素部71における光線173の左右偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に左右偏光として入射する。第3の液晶層169と第2の液晶層19及び第1の液晶層9は全てオン状態のため、光線173は殆ど蛍光二色性色素に吸収されず、発光がない。更に、各液晶層による旋光性がないため、光線173の偏光状態は左右偏光のまま紫外線として偏光分離器21に入射する。光線173の左右偏光は偏光分離器21に入射する。

## 32

21の吸収軸方向の偏光であり、更に、偏光分離器21は紫外線を吸収する機能を持つため、光線173は視認者側には出射しない。

【0124】第1の画素部71における光線174の前後偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に前後偏光として入射する。第3の液晶層169と第2の液晶層19及び第1の液晶層9は全てオン状態のため、光線174は殆ど蛍光二色性色素に吸収されず、発光がない。更に、各液晶層による旋光性がないため、光線174の偏光状態は前後偏光のままあり、紫外線として偏光分離器21に入射する。光線174の左右偏光は偏光分離器21の透過偏光軸方向の偏光であるが、偏光分離器21が紫外線を吸収する機能を持つため、光線174は視認者側には出射しない。

【0125】第2の画素部73における光線175の左右偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に左右偏光として入射する。

第3の液晶層169はオフ状態であり、赤蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光軸のため、入射光により強い赤の発光が発生する。更に、光線175は液晶層169により90度旋光し、前後偏光として第2の液晶パネルP2に入射する。第2の液晶層19と第1の液晶層9はオン状態のため、光線175は殆ど蛍光二色性色素に吸収されず、発光もない。更に、各液晶層による旋光性がないため、光線175の偏光状態は前後偏光のまま赤色光として偏光分離器21に入射する。光線175は偏光分離器21の透過偏光軸方向の偏光であるため、光線175は赤色光191として視認者に認識される。この赤色光191は、図15の色度図グラフの第3の液晶表示パネルのみオフ(赤色)に相当する色度図座標となる。

【0126】第2の画素部73における光線176の前後偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に前後偏光として入射する。

第3の液晶層169はオフ状態であるが、赤蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい偏光軸のため、入射光により殆ど発光は生じない。一方、光線176は液晶層169により90度旋光し、左右偏光として第2の液晶パネルP2に入射する。第2の液晶層19と第1の液晶層9はオン状態のため、光線176は殆ど蛍光二色性色素に吸収されず、発光もない。更に、各液晶層による旋光性がないため、光線176の偏光状態は左右偏光のまま紫外線として偏光分離器21に入射する。光線176は偏光分離器21の吸収軸方向の偏光であり、更に、偏光分離器21は紫外線吸収の機能を持つため、光線176は視認者側には出射しない。

【0127】第3の画素部75における光線177の左右偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に左右偏光として入射する。

10

20

30

40

50

第3の液晶層169はオン状態であり、赤蛍光二色性色素の発光は殆どなく、旋光性もないため、光線177は左右偏光の紫外線として第2の液晶パネルP2に入射する。第2の液晶層19はオフ状態であり、緑蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光軸のため、入射光により強い緑の発光が発生する。更に、光線177は液晶層19により90度旋光し、前後偏光として第1の液晶パネルP1に入射する。第1の液晶層9はオン状態のため、光線177は殆ど青蛍光二色性色素に吸収されず、発光もない。更に、液晶層9による旋光性がないため、光線177の偏光状態は前後偏光のまま緑色光として偏光分離器21に入射する。光線177は偏光分離器21の透過偏光軸方向の偏光であるため、光線175は緑色光192として視認者に認識される。この緑色光192は、図15の色度図グラフの第2の液晶表示パネルのみオフ(緑色)に相当する色度図座標となる。

【0128】第3の画素部75における光線178の前後偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に前後偏光として入射する。第3の液晶層169はオン状態のため、赤蛍光二色性色素の発光は殆どなく、旋光性もないため、光線178は前後偏光の紫外線として第2の液晶パネルP2に入射する。第2の液晶層19はオフ状態であるが、緑蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい偏光軸のため、入射光により殆ど発光は生じない。また、光線178は液晶層19により90度旋光し、左右偏光の紫外線として第1の液晶パネルP1に入射する。第1の液晶層9はオン状態のため、光線178は殆ど青蛍光二色性色素に吸収されず、発光もない。更に、液晶層9による旋光性がないため、光線178の偏光状態は左右偏光のまま紫外線として偏光分離器21に入射する。光線178は偏光分離器21の吸収軸方向の偏光であり、更に、偏光分離器21は紫外線吸収の機能を持つため、光線178は視認者側には出射しない。

【0129】第4の画素部77における光線179の左右偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に左右偏光として入射する。第3の液晶層169と第2の液晶層19はオン状態のため、光線179は赤、緑蛍光二色性色素の発光は殆どなく、旋光性ないので、左右偏光の紫外線として第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1はオフ状態であり、青蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光軸のため、入射光により強い青の発光が発生する。更に、光線179は液晶層9により90度旋光し、前後偏光のまま青色光として偏光分離器21に入射する。光線179は偏光分離器21の透過偏光軸方向の偏光であるため、光線179は青色光193として視認者に認識される。この青色光193は、図15の色度図グラフの第1の液晶表示パネルのみオフ(青色)に相当する色度図座標となる。

【0130】第4の画素部77における光線180の前後偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に前後偏光として入射する。第3の液晶層169と第2の液晶層19はオン状態のため、光線180は赤、緑蛍光二色性色素の発光は殆どなく、旋光性ないので、前後偏光の紫外線として第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1はオフ状態であるが、青蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい偏光軸のため、入射光により殆ど発光は生じない。また、光線180は液晶層9により90度旋光し、左右偏光のまま紫外線として偏光分離器21に入射する。光線180は偏光分離器21の吸収軸方向の偏光であり、更に、偏光分離器21は紫外線吸収の機能を持つため、光線180は視認者側には出射しない。

【0131】第4の画素部80における光線181の左右偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に左右偏光として入射する。第3の液晶層169はオフ状態と同じであり、赤蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光軸のため、強い赤の発光が発生する。更に、光線181は液晶層169により90度旋光し、前後偏光として第2の液晶パネルP2に入射する。第2の液晶層19はオフ状態と同じであるが、緑蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい偏光軸のため、入射光により殆ど発光は生じない。また、光線181は液晶層19により90度旋光し、左右偏光の赤色光として第1の液晶パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1はオフ状態と同じであり、光線181は青蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光軸に入射するが、青蛍光二色性色素の吸収が小さい波長のため、僅かに発光が発生し、赤色に僅かに青が混色する。更に、光線181は液晶層9により90度旋光し、赤色に青色が混色する前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線181は偏光分離器21の透過偏光軸方向の偏光であるため、赤紫色光193として視認者に認識される。

【0132】第4の画素部80における光線182の前後偏光は、光学素子35により紫外線のみの偏光として第3の液晶表示パネルP3に前後偏光として入射する。第3の液晶層169はオフ状態と同じであるが、赤蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい偏光軸のため、殆ど発光は生じない。更に、光線182は液晶層169により90度旋光し、左右偏光として第2の液晶パネルP2に入射する。第2の液晶層19はオフ状態と同じであるが、緑蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光軸のため、入射光により強い緑色光が生じる。また、光線182は液晶層19により90度旋光し、前後偏光の緑色光として第1の液晶パネルP1に入射する。第1の液晶表示パネルP1はオフ状態と同じであるが、光線182は青蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい偏光軸に入射ため、殆ど発光は生じない。更に、光線182は液晶層9により90度旋光し、左右偏光の緑色光として偏光分離

器21に入射する。ところが、光線182は偏光分離器21の吸収軸方向の偏光であるため、視認者に認識されない。

【0133】第7の実施形態の液晶表示装置では、赤、緑、青の3原色と黒を表示することが可能である。更に、液晶層に印加する電圧をオフ状態とオン状態の中間の電圧とすることにより、各色の混色表示が可能となる。また、3つの液晶表示パネルにより3層の液晶層を積層する場合には、各蛍光二色性色素の二色性比が良好な場合、或いは、色純度をそれほど重要視しない表示の場合には、2層の液晶層の積層順はそれほど重要ではない。一方、色純度を良くする場合には、光源29側から長波長の光を発光する蛍光二色性色素を含む液晶層を配置することが好ましい。

【0134】〔第8の実施形態〕次に、本発明の第8の実施形態の液晶表示装置の構成を図16に示す。第8の実施形態は、図14で説明した第7の実施形態の液晶表示装置Pの変形実施形態であり、第3の液晶表示パネルP3から第5の電極162と第6の電極167を削除しただけのものである。従って、図16に示される第8の実施形態の液晶表示装置Pの構成については、第7の実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号を付してその説明を省略する。また、その表示原理についても、これまでに説明してきた実施形態における表示動作の説明の繰り返しになるので、その説明を省略し、図16中の各光線に前後偏光(×印)と左右偏光(両矢印)の記号を付すに留める。

【0135】〔第9の実施形態〕更に、本発明の第9の実施形態の液晶表示装置の構成を図17に示す。第9の実施形態は、図14で説明した第7の実施形態の液晶表示装置Pの変形実施形態であり、第3の液晶表示パネルP3から第5の電極162と第6の電極169を削除し、第2の液晶表示パネルP2から第3の電極12と第4の電極17を削除しただけのものである。従って、図17に示される第9の実施形態の液晶表示装置Pの構成については、第7の実施形態と同じ構成部材には同一の符号または番号を付してその説明を省略する。また、その表示原理についても、これまでに説明してきた実施形態における表示動作の説明の繰り返しになるので、その説明を省略し、図17中の各光線に前後偏光(×印)と左右偏光(両矢印)の記号を付すに留める。

【0136】〔第10の実施形態〕本発明の第10の実施形態における液晶表示装置について説明する。第10の実施形態は蛍光二色性色素を含む液晶層が2層構造であり、第1の液晶表示パネルの第2の基板と第2の液晶表示パネルの第3の基板を兼用している点に特徴がある。また、液晶表示装置が時計である点が前述の実施形態と異なる点である。

【0137】図18は液晶表示装置である時計100を示すものである。時計100のケース141の一方の側

には、時刻合わせ、表示内容の切り替え、ブザーの停止用の調整ボタン150がある。また、時計ケース141の正面側には風防ガラス143があって、ケース141に内部が見通せるようになっている。風防ガラス143の内側には見切り板147があり、この見切り板147の裏側に位置する液晶表示パネルは、視認者により表示を視認することができる。液晶パネルには、午前と午後の表示部153、と時表示部154、及び分表示部155がある。

10 【0138】図19は図18のC-C線における断面を示すものである。なお、図19においては第1の実施形態と同様な内容には同一の符号および番号を使用している。

時計100の風防ガラス143の内側にある第1の液晶表示パネルは、風防ガラス143側にある第1の基板1と、第1の基板1に所定の間隙を設けて対向する第2の基板6、及び、第1の基板1と第2の基板6に挟まれた第1の液晶層9とを備えている。第1の基板1と第2の基板6の対向する部位にはそれぞれ第1の電極2と第2の電極7が設けられている。そして、第1の電極2と第2の電極7とが重なり合う部分が画素部となる。

【0139】第1の液晶層9は第1のシール部37と封孔部により封止されている。また、第1の基板1と第2の基板6の上には、第1の液晶層9を所定の方向に揃えるために、配向膜(図示せず)が設けられている。第1の液晶層9としては、ホストであるツイストネマティック液晶に緑色蛍光二色性色素がゲストとして添加されたものが使用されている。第1の液晶層9のツイスト角は90度である。また、ホスト液晶および緑色蛍光二色性色素には第1の実施形態と同一の材料が使用されている。

【0140】以上の構成を有する液晶表示パネルの視認者側には、偏光分離器21として一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板である偏光分離器21が配置されている。吸収型偏光板にはヨウ素を一軸に延伸して配向したものを透明フィルムで積層したものを使用することができる。更に、偏光分離器21と風防ガラス143の間には、見切り板147が設けられている。

【0141】この構成に加えて、第1の液晶表示パネルの視認側と反対の面には第2の液晶表示パネルを設けている。第2の液晶表示パネルの第3の基板は、第1の液晶表示パネルの第2の基板を共用している。従って、第2の液晶表示パネルの第3の電極12は、第2の基板6の風防ガラス143と反対の面に設けられている。第2の基板6には所定の間隙を設けて第4の基板16が対向して設けられている。第4の電極17は第4の基板16の上に設けられている。

【0142】即ち、第10の実施形態では、2層の液晶表示パネルを積層する際に第3の基板を第2の基板と一体化して共用した構造を採用している。この構造は、特

に時計のように薄型化を図らなければならない場合に非常に有効な技術である。また、第10の実施形態では第2の基板6の裏面側に第3の電極12が形成されており、第4の基板16の上に第4の電極17が形成されているが、第2の液晶表示パネルに電極を用いない場合には非常に簡便な構造とことができる。

【0143】第2の基板6と第4の基板16との間に10は、第2の液晶層19が第2のシール部38と封孔部により封止されて充填されている。また、第2の基板6の裏面上と第4の基板16の上には、第2の液晶層19を所定の方向に揃えるために、配向膜(図示せず)が設けられている。第2の液晶層19としてホストであるネマティック液晶に赤色蛍光二色性色素がゲストとして添加されたものが使用されている。第2の液晶層19の配向は、第2の基板6と第4の基板16とでツイストしている。ホスト液晶および赤色蛍光二色性色素には第1の実施形態と同一の材料が使用されており、蛍光性と偏光性が兼ね備えられている。

【0144】第2の液晶層19の赤色蛍光二色性色素の吸収が大きい軸の第2の基板6の裏面の配向方向と、電圧無印加時における第1の液晶層9の第2の基板6側の緑色蛍光二色性色素の吸収の大きい軸とはお互いに直交する方向に第1の液晶表示パネルと第2の液晶表示パネルが配置されている。すなわち第1の液晶層9の中央分子の配向方向と第2の液晶層19の中央分子の配向方向とは90度異なる方向に配向されている。第1の液晶層9と第2の液晶層19をツイストネマティック液晶とすることにより配向膜の種類、液晶を同一にできるため、製造工程が簡単である。

【0145】また第2の液晶表示パネルの下側には光源29が設けられている。光源29は、時計のデザイン性を考慮して平面発光源であるEL素子を採用する。EL素子の発光波長は紫外線を含むことが良いが、可視光の短波長側に最大発光領域があることが蛍光二色性色素の大きな吸収が発生し、強い発光を達成できるため有効である。EL素子の発光面上に蛍光印刷層を設け、波長限定を行うことも有効である。第10の実施形態では460nmより短波長の発光スペクトルのEL素子が使用されている。

【0146】第1の液晶表示パネルと第2の液晶表示パネルと光源29により、緑色、赤色及びEL素子の青色、さらにはこれらの色相互を混合した色の発光表示が可能となる。第1の液晶表示パネルと第2の液晶表示パネルは、時計ケース141と裏蓋142と風防ガラス143からなる空間内に配置されている。光源29の下側には回路基板149と電池151が配置されている。また、第1の液晶パネルへ所定の電圧を印加するための接続は、導電性材料と絶縁性材料を積層する導電性ゴムにより行われている。第1の導電性ゴム157は、第1の基板1上の第1の接続電極162とセグメント用端子と

に接続されている。第2の基板6上の第2の電極7は、第1のシール部37に含まれる導電性ビーズにより、電気的に第1の基板1上の第1の接続電極162に接続されている。

【0147】同様に、第2の液晶パネルへ所定の電圧を印加するための接続は、第2の導電性ゴム158により行われている。第2の導電性ゴム158は、第2の基板6上の第2の接続電極164とセグメント用端子に接続している。第4の基板16上の第4の電極17は、第2のシール部38に含まれる導電性ビーズにより、電気的に第2の基板6上の第2の接続電極164に接続されている。

【0148】さらに、第1の基板1上には、第1と第2のシール部37、38を遮蔽するための見切り板147が設けられている。また、ケース141の中には液晶表示パネルと導電性ゴム157、158の保持にパネル保持枠144が設けられており、光源29と回路基板149と電池151を保持するために、基板保持枠145が設けられている。

【0149】【第11の実施形態】以下に本発明の第11の実施形態における液晶表示装置について図20を参考しながら説明する。図20は第11の実施形態における液晶表示装置の構造を示す断面図であり、図3と同じ部位を示すものである。図20においては第1の実施形態と同じ構成部材には同一の符号および番号を使用している。第11の実施形態の特徴は、蛍光二色性色素を含む液晶層9の視認側と反対側(図の下側)に偏光分離器21が設けられ、さらに偏光分離器21の下側にブルーグリーンの発光特性を有する光源29が設けられている点である。

【0150】液晶表示パネルP1の構成は第1の実施形態の液晶表示パネルP1と同じであり、1が視認側の第1の基板、2が第1の電極、6が第2の基板、7が第2の電極7であって、第1の基板1と第2の基板6との間には第1の液晶層9があり、対向する第1の電極2と第2の電極7の重なり合う部分が画素部である。第1の液晶層9が図示しないシール部と封孔部により封止されている点、及び、第1の基板1と第2の基板6上に第1の液晶層9を所定の方向に揃えるための配向膜がある点も同様である。

【0151】第1の液晶層9には、ホストであるツイストネマティック液晶に赤色蛍光二色性色素がゲストとして添加されている。第1の液晶層9のツイスト角は90度である。ホスト液晶および赤色蛍光二色性色素には第1の実施形態と同一の材料が採用されている。一方、この実施形態では、紫外線を吸収する液晶をホスト液晶として使用することができるため、ホスト液晶の選択範囲が拡大され、ホスト液晶に溶解できる赤色蛍光二色性色素の量を大きくすることが可能である。

【0152】以上の構成を有する液晶表示パネルP1

の、視認側と反対側に設けられた偏光分離器21は、一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板である。吸収型偏光板はヨウ素を一軸に延伸して配向したものを透明フィルムで積層したものを使用することができる。ここで使用される偏光分離器21は、紫外線に対する偏光度は問題とならないため、可視光領域で偏光度が高く、透過率の大きい偏光分離器を使用することが可能である。偏光分離器21の透過軸は、液晶表示パネルの第2の基板6の赤色蛍光二色性色素の分子の吸収軸の配向方向すなわち、発光軸に平行に配置されている。

【0153】偏光分離器21の下側には光源29が設かれている。光源29は、可視光のブルーグリーン（青緑）の波長領域に最大発光強度を有するEL（エレクトロルミネッセント）素子が使用されている。図21は、第11の実施形態における各発光強度の波長依存性を示すグラフである。光源29の発光強度の波長依存性は、EL発光として図21に符号212で示される。なお、以後の説明では、第1から第4の画素部71, 73, 75, 77と表記し、第1から第3の画素間72, 84, 80についても単に画素間72, 84, 80と表記する。

【0154】ここで図20を用いて表示の原理を説明する。光源29からは色々な角度の偏光が液晶表示パネルに入射される。ここでも「×」で示す前後偏光と、両矢印で示す左右偏光が代表して説明される。画素部71の光線201は左右偏光であり、光線201の左右偏光は偏光分離器21の透過軸に入射するため左右偏光として液晶層9に入射する。液晶層9にはオン電圧が印加されており、液晶ダイレクタは第2の基板6と垂直方向であるため、光の旋光性は殆どない。そのため、光線20は赤色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さく、赤色の発光を伴わずに液晶層9を通過して第1の基板1から出射する。この結果、光源29の色、すなわちブルーグリーンの光線206が視認者に視認される。

【0155】図21は発光強度の波長依存性を示すものである。図21の赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子軸に垂直配置に偏光分離器21の透過軸を配置した状態の液晶表示パネルの発光強度の波長依存性が垂直配置211として示されている。この状態は、液晶層9にオン電圧が印加され、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さい状態に相当する。図22に示すX-Y色度図では、光源29のブルーグリーンの発光が僅かに赤色側にシフトしたオン電圧印加時の色度座標216となる。

【0156】同じく画素部71の光線202は前後偏光である。偏光分離器21は、可視光領域において99.9%程度の偏光度は簡単に達成できるため、前後偏光の光線202は、偏光分離器21で吸収され液晶表示パネルP1側には到達しない。

【0157】また、画素部71と画素部73の間の画素間72にある液晶層9は、液晶層9にオフ電圧が印加された状態と同等である。よって、画素間72の前後偏光の光線203は、光線202と同様に偏光分離器21で吸収され、液晶表示パネルP1側には到達しない。すなわち、偏光分離器21の透過軸以外の偏光は液晶表示パネルP1に到達しない。

【0158】つぎに、画素部73に入射する左右偏光の光線204は、偏光分離器21の透過軸に入射するため10そのまま左右偏光として液晶層9に入射する。画素部73の液晶層9にはオフ電圧が印加されているため、液晶ダイレクタは第2の基板6とほぼ平行方向であり、さらにツイストしている。赤色蛍光二色性色素は、液晶ダイレクタに追従しているため、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積が大きい方向の偏光が入射すると、液晶層9で赤色の強い発光が発生し、これが第1の基板1を透過して出射する。液晶表示パネルP1からの出射光は、液晶層9のツイスト角が90度のため、前後偏光の光線207として出射し、視認側で赤色を視認できる。

【0159】また、画素間74に入射する光線205も左右偏光であり、画素間74の液晶層9は、液晶層9にオフ電圧が印加されている状態と同等のため、光線205は光線204と同様に液晶層9で赤色の強い発光を発生する。液晶表示パネルP1から出射される光線208は前後偏光であり、視認側で赤色が視認できる。

【0160】ここで重要な点は、偏光分離器21の透過軸が赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子方向になるように、偏光分離器21を配置することである。すなわち、この第11の実施形態では、偏光分離器21の透過軸を第2の基板6側の液晶ダイレクタと同一方向とすることが重要である。電圧の無印加状態で、第2の基板6に蛍光2色性色素の吸収断面積が大きい分子方向が平行する配向状態の液晶層9は、前述の配置とほぼ同じ配置である。すなわち、液晶層9にオフ電圧を印加した状態の赤色蛍光2色性色素の吸収断面積の大きい分子方向と偏光分離器の透過軸方向を平行に配置したものである。また、前述の配向としては、ツイスト配向、パラ配向、アンチパラ配向等がある。

【0161】オフ電圧印加時に液晶ダイレクタが第2の40基板6と第1の基板1側に垂直で、オン電圧印加時に液晶ダイレクタが第2の基板6とほぼ平行となり、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸が第2の基板6と平行となる場合、あるいは、液晶ダイレクタの方向と赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きな軸が垂直となり追従する場合においても、液晶層9に印加する電圧の大小により赤色蛍光二色性色素の吸収断面積が最大となる方向に偏光分離器21の透過軸を合わせることにより、本発明の効果を達成することができる。

【0162】また発光強度の波長依存性は、図21の赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子軸に平行配

41

置に偏光分離器21の透過軸を配置した状態の液晶表示パネルの発光強度の波長依存性を平行配置210として示している。この状態は、液晶層9にオフ電圧を印加し、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい状態に相当する。図22は、液晶表示パネルのオフ状態とオフ状態の各色度座標を示すグラフである。図22に示すX-Y色度図では、赤色の発光がオフ電圧印加時の色度座標215となる。

【0163】以上の説明から明らかなように、第11の実施形態では、偏光分離器21が光源29と液晶表示パネルP1の間に設けられている。そして、光源29が可視光の波長領域に最大発光波長を有し、液晶層9の蛍光二色性色素が可視光の波長を吸収して発光するため、偏光分離器21の透過軸以外の偏光は殆ど液晶表示パネルP1には到達しない。このように、偏光分離器21が光源29と液晶表示パネルとの間に設けられることにより、液晶表示装置Pの発光色を簡単に設計することができる。

【0164】〔第12の実施形態〕次に、本発明の第12の実施形態における液晶表示装置について図23を参考しながら説明する。図23は第12の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す断面図であり、第6の実施形態の図12と同じ部位を示すものである。第12の実施形態の特徴は、液晶表示パネルPとして第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶パネルP2の2枚が設けられており、視認側から遠い第2の液晶表示パネルP2の裏側(図の下側)に偏光分離器21が設けられ、さらに偏光分離器21の下側にブルーの発光特性を有する光源29が設けられている点である。

【0165】第1の液晶表示パネルP1の構成は第6の実施形態の第1の液晶表示パネルP1と同じであり、第2の液晶表示パネルP2の構成は第6の実施形態の第2の液晶表示パネルP1と同じである。よって、図23における第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2には、第6の実施形態における第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2と同じ構成部材には同一の符号および番号を付してその説明を省略する。

【0166】なお、第1の液晶表示パネルP1における第1の液晶層9には、ホストであるツイストネマティック液晶に緑色蛍光二色性色素がゲストとして添加されており、第1の液晶層9のツイスト角は90度である。ホスト液晶および緑色蛍光二色性色素は第1の実施形態と同一の材料が採用されている。一方、この実施形態では、紫外線の吸収を有する液晶をホスト液晶として使用することができるため、ホスト液晶の選択範囲が拡大し、ホスト液晶に溶解できる緑色蛍光二色性色素の量を大きくすることも可能である。さらに、紫外線の吸収の少ない液晶には殆ど溶解しない緑色蛍光二色性色素も使用することが可能である。

【0167】また、第2の液晶表示パネルP2における

42

第2の液晶層19には、ホストであるツイストネマティック液晶に赤色蛍光二色性色素がゲストとして添加されており、第2の液晶層19のツイスト角は90度である。ホスト液晶および赤色蛍光二色性色素は第1の実施形態と同一の材料が採用されている。そして、この実施形態では、紫外線の吸収を有する液晶をホスト液晶として使用することができるため、ホスト液晶の選択範囲が拡大し、ホスト液晶に溶解できる赤色蛍光二色性色素の量を大きくすることが可能である。さらに、紫外線の吸収の少ない液晶には殆ど溶解しない赤色蛍光二色性色素も使用することが可能である。

【0168】第1の液晶表示パネルP1の第2の基板6側の蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子方向と、第2の液晶表示パネルP2の第3の基板11側の蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子方向は互いに直交させており、第1の液晶表示パネルP1の第2の基板6側の蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子方向と、第2の液晶表示パネルP2の第4の基板16側の蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子方向は互いに平行する配置としてある。

【0169】第2の液晶表示パネルP2の下側には、偏光分離器21として一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板が配置される。吸収型偏光板はヨウ素を一軸に延伸して配向したものを透明フィルムで積層したものが使用される。ここで使用する偏光分離器は、紫外線に対する偏光度は問題とならないため、可視光領域で偏光度が高く、透過率の大きい偏光分離器を使用することができる。偏光分離器21の透過軸は、第2の液晶表示パネルの第4の基板16の赤色蛍光二色性色素の分子の吸収断面積の大きい方向すなわち、発光軸に平行に配置されている。

【0170】ここで重要な点は、第2の液晶表示パネルP2の赤色蛍光二色性色素、および第1の液晶表示パネルP1の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸方向が、電圧の無印加状態からオン電圧印加状態の少なくとも一状態で、偏光分離器21の透過軸からの直線偏光に平行する状態が存在することである。

【0171】偏光分離器21の下側には光源29が設けられている。光源29としては、可視光のブルー(青)の波長領域に最大発光強度を有するE.L素子を使用することができる。

【0172】光源29からは色々な角度の偏光が液晶表示パネルに入射されるが、ここでも「×」で示される前後偏光と両矢印で示される左右偏光が代表例として説明される。画素部71の左右偏光の光線221は偏光分離器21の透過軸に入射するため左右偏光のまま第2の液晶層19に入射する。第2の液晶層19にはオン電圧が印加されており、液晶ダイレクタは第4の基板16に垂直方向であり、光の旋光性は殆どなく、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積が小さい分子方向に偏光が入射するた

め、赤色の発光を伴わず第1の液晶層9に入射する。第1の液晶層9にもオン電圧が印加されているので、光線221は光源29の色、すなわちブルーの光線228となって第1の液晶表示パネルP1から出射し、これが視認者に視認される。

【0173】次に、画素部71の光線222は前後偏光であり、偏光分離器21は可視光領域では99.9%程度の偏光度は簡単に達成できるため、光線222は偏光分離器21で吸収され、液晶表示パネル側には到達しない。

【0174】また、画素間72の第1の液晶層9と第2の液晶層19は、共にオフ電圧が印加された画素部の状態とほぼ同等である。そして、画素間72の光線223は前後偏光であるので偏光分離器21で吸収され、第2の液晶表示パネルP2側には到達しない。すなわち、偏光分離器21の透過軸以外の偏光は、第2の液晶表示パネルP2に到達しない。

【0175】画素部73に入射する左右偏光の光線224は、偏光分離器21の透過軸に入射するため左右偏光のまま第2の液晶層19に入射する。第2の液晶層19には、オフ電圧が印加されている。前述の左右偏光は、赤色蛍光2色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光であるため、赤色を強く発光する。第2の液晶層19は、90度ツイストしているため、前後偏光となり、第1の液晶層9に出射する。第1の液晶層9には、オン電圧が印加されている。前述の前後偏光は緑色蛍光2色性色素の吸収断面積の小さい分子方向であり、ほとんど緑色は発光しない。その結果、赤色発光の光線229として第1の液晶表示パネルP1から視認者側に出射する。

【0176】また、画素部73に入射する前後偏光の光線225は、偏光分離器21の吸収軸に入射するため偏光分離器21で大きな吸収が発生し、第2の液晶表示パネルP2側には出射しない。

【0177】画素部75に入射する左右偏光の光線226は、偏光分離器21の透過軸に入射するため左右偏光のまま第2の液晶層19に入射する。第2の液晶層19にはオン電圧が印加されている。液晶ダイレクタは第4の基板16とほぼ垂直方向であり、赤色蛍光2色性色素の吸収断面積の小さい方向の偏光が入射しているため、第2の液晶層19で発光は殆ど発生しない。また旋光性がないため、光線226は左右偏光のまま、第1の液晶層9側に出射する。第1の液晶層9には、オフ電圧が印加されている。前述の左右偏光は、緑色蛍光2色性色素の吸収断面積の大きい分子方向の偏光のため、強い緑色を発光する。第1の液晶層9の、90度ツイストにより前後偏光として第1の液晶表示パネルP1から視認者側に緑色の前後偏光の光線230として出射する。

【0178】画素間74に入射する左右偏光の光線227は、偏光分離器21の透過軸に入射するため左右偏光のまま第2の液晶層19に入射する。画素間のため第2

の液晶層19の蛍光2色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光のため、まず、光線227は第2の液晶層19で赤色の発光を発生し、ツイストにより前後偏光となり、第1の液晶層9に入射する。光線227は第1の液晶層9の緑色蛍光2色性色素の吸収断面積の小さい偏光として入射するため、殆ど緑色の発光は伴わず、旋光性により左右偏光として第1の液晶表示パネルP1から視認者側に、赤色の左右偏光の光線231として出射する。

10 【0179】【第13の実施形態】次に、本発明の第13の実施形態における液晶表示装置について図24を参照しながら説明する。第13の実施形態は、図23で説明した第12の実施形態の変形実施形態であり、第12の実施形態と異なる点は、偏光分離器21の位置のみである。すなわち、第12の実施形態では、偏光分離器21は第2の液晶表示パネルP2と光源29の間に設けられていたが、第13の実施形態では、偏光分離器21が第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2の間に設けられている点のみが異なる。よって、第13の実施形態では、第12の実施形態と同じ構成部材については同じ符号を付してその説明を省略し、動作原理のみを、光源29から液晶表示パネルに入射する前後偏光と左右偏光を代表例として用いて説明する。

【0180】画素部71に入射する光線241は、左右偏光として第2の液晶層19に入射する。第2の液晶層19にはオン電圧が印加されているため、液晶ダイレクタは第4の基板16に垂直方向であり、光の旋光性は殆どなく、赤色蛍光2色性色素の吸収断面積が小さい分子方向に偏光が入射するため、光線241は赤色の発光を伴わず左右偏光のまま偏光分離器21に入射する。偏光分離器21の透過軸は、左右方向であるため、光線241は偏光分離器21を左右偏光のまま通過して第1の液晶層9に入射する。第1の液晶層9にもオン電圧が印加されており、液晶ダイレクタは第2の基板6に垂直方向であり、光の旋光性は殆どなく、緑色蛍光2色性色素の吸収断面積が小さい分子方向に偏光が入射するため、光線241は緑色の発光を伴わず、光源29の色、すなわちブルーの光線248となって視認者に視認される。

【0181】画素部71に入射する光線242は前後偏光であり、第2の液晶層19にオン電圧が印加されているため、赤色の発光と旋光性を伴うことなく、偏光分離器21に入射する。光線242は偏光分離器21の吸収軸に入射するため吸収され、第1の液晶表示パネルP1側には到達しない。

【0182】画素間72は第1の液晶層9と第2の液晶層19に共にオフ電圧が印加されている状態と同じである。画素間72の光線243は左右偏光であり、第2の液晶層19の吸収断面積の小さい分子方向の偏光のため、殆ど赤色の発光はなく旋光性により前後偏光として偏光分離器21に入射する。光線243は偏光分離器

21の吸収軸に入射するため吸収され、第1の液晶表示パネルP1側には到達しない。

【0183】画素部73に入射する前後偏光の光線244は、第2の液晶層19にオフ電圧が印加されているため、第2の液晶層19で赤色の強い発光を発生し、左右偏光として偏光分離器21側に出射する。光線244は偏光分離器21の透過軸方向のため、左右偏光として第1の液晶層9に入射する。第1の液晶層9にはオン電圧が印加されているため、光線244は殆ど緑色の発光を伴わず、赤色発光として第1の液晶表示パネルP1から視認者側に、赤色の左右偏光の光線249として出射する。このため、視認者は赤色を視認できる。

【0184】画素部73に入射する光線245の左右偏光は、第2の液晶層19の赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい方向の偏光のため殆ど赤色の発光を伴わず、前後偏光として偏光分離器21の吸収軸に入射する。このため、光線245には偏光分離器21で大きな吸収が発生するので、第2の液晶表示パネルP1側には出射しない。

【0185】画素部75に入射する光線246の左右偏光は、第2の液晶層19にオン電圧が印加されているため、赤色蛍光二色性色素の吸収断面積の小さい方向の偏光であり、殆ど赤色発光を伴うことなく、左右偏光として偏光分離器21に入射する。光線246は偏光分離器21の透過軸に入射するため、左右偏光のまま第1の液晶層9側に出射する。第1の液晶層9には、オフ電圧が印加されており、また、第1の液晶層9の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光のため、光線246は強い緑色発光の前後偏光の光線250として視認者側に出射される。

【0186】画素間74に入射する光線247の前後偏光は、第2の液晶層19の蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい方向の偏光のため、まず、第2の液晶層19で赤色の発光を発生し、ツイストにより左右偏光となり、偏光分離器21に入射する。光線247は偏光分離器21の透過軸に入射するため、左右偏光のまま第1の液晶層9に入射する。光線247は第1の液晶層9の緑色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい偏光として入射するため、再度緑色の発光が付加され、旋光性により前後偏光として第1の液晶表示パネルP1から緑色を帯びた赤色の光線251として出射され、視認者側に出射される。

【0187】図25は、本発明の第13の実施形態における各表示状態の色度座標を示す図である。第13の実施形態の発光色を色度図を用いて説明すると、図25に示すように、第1の液晶層9と第2の液晶層19に共にオン電圧が印加された色度座標255は、蛍光二色性色素の発光を殆ど伴わず、光源29のブルーの色度座標となる。

【0188】第1の液晶層9のみにオン電圧が印加され

た時の色度座標257は強い赤色の発光となる。第2の液晶層19のみにオン電圧が印加された時の色度座標256は、強い緑色の発光の色度座標となる。

【0189】第1の液晶層9と第2の液晶層19に、共にオフ電圧が印加された時の色度座標258は、第2の液晶層の発光と第1の液晶層の発光の両方を伴うため、赤緑の発光を示す色度座標となる。以上の説明で明らかなように、2層構造の液晶表示パネルとその間に、偏光分離器21を設けることにより、光源29の発光色と、第1の液晶層9の蛍光二色性色素の発光色と第2の液晶層19の蛍光二色性色素の発光色とを表示する液晶表示装置が可能となる。

【0190】以上の説明から明らかのように、可視光領域において、偏光度が良好な偏光分離器21を複数の液晶表示パネルの間に配置することにより、偏光分離器21の下側に設ける液晶表示パネルの発光、あるいは光源色の光を選択することが可能となる。さらに、視認者側からの光（外部光）の入射に対して偏光分離器21の下側に設ける液晶表示パネルを遮蔽することが可能となり、偏光分離器21の下側に設ける液晶表示パネルの外部光に対する発光の防止が可能となり、コントラスト比の向上が可能となる。

【0191】【第14の実施形態】以下に本発明の第14の実施形態における液晶表示装置について図26を参照しながら説明する。図26は第14の実施形態における液晶表示装置の構造を示すものであり、第7の実施形態の図14と同じ部位を示すものである。第14の実施形態の特徴は、液晶表示パネルが視認側から第1の液晶表示パネルP1、第2の液晶表示パネルP2、および第3の液晶表示パネルP3の3枚設けられており、第3の液晶表示パネル3の下側にのみ偏光分離器21が設けられ、さらに偏光分離器21の下側に青と緑の2色LEDと導光板からなる光源29が設けられている点である。

【0192】第1の液晶表示パネルP1の構成、第2の液晶表示パネルP2の構成、および第3の液晶表示パネルP3の構成は、第7の実施例における第1の液晶表示パネルP1の構成、第2の液晶表示パネルP2の構成、および第3の液晶表示パネルP3の構成と同じであるので、ここでは同じ構成部材には同じ符号を付してその説明を省略する。

【0193】なお、第14の実施形態では、第3の液晶層169としてホストであるツイストネマティック液晶に赤色蛍光二色性色素がゲストとして添加されている。第3の液晶層169のツイスト角は90度である。ホスト液晶および赤色蛍光二色性色素は第1の実施形態と同一の材料が採用されている。一方、第14の実施形態では、紫外線の吸収を有する液晶をホスト液晶として使用することができるため、ホスト液晶の選択範囲が拡大し、ホスト液晶に溶解できる赤色蛍光二色性色素の量を大きくすることが可能である。さらに、紫外線の吸収の

少ない液晶には殆ど溶解しない赤色蛍光二色性色素を使用することが可能である。

【0194】第1の液晶表示パネルP1と第2の液晶表示パネルP2と第3の液晶表示パネルP3の各液晶層9、19、169の蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい分子軸は、各下側に設ける基板6、16、166側で同一方向であり、この第14の実施形態では左右方向である。

【0195】第3の液晶表示パネル下側に配置される偏光分離器21は、一方の偏光軸が透過軸であり、ほぼ直交する偏光軸が吸収軸からなる吸収型偏光板である。吸収型偏光板はヨウ素を一軸に延伸して配向したものを透明フィルムで積層したものを使用することができる。ここで使用する偏光分離器21は、紫外線に対する偏光度は問題とならないため、可視光領域で偏光度が高く、透過率の大きい偏光分離器21である。偏光分離器21の透過軸は左右方向に配置されている。

【0196】ここで重要な点は、第3の液晶表示パネルP3の赤色蛍光二色性色素、および第2の液晶表示パネルの緑色蛍光二色性色素、および第1の液晶表示パネルの青色蛍光二色性色素の吸収断面積の大きい軸方向が、電圧の無印加状態からオン電圧印加状態の少なくとも一状態で、偏光分離器21の透過軸からの直線偏光に平行する状態が存在することである。この状態が、各液晶表示パネルの下側に設ける基板6、16、166側で同一方向であり、この第14の実施形態では左右方向である。

【0197】偏光分離器21の下側に配置される光源29は、第14の実施形態ではブルー（青）の波長領域に最大発光強度を有するLEDと緑色の波長領域に最大発光強度を有するLED、および導光板から構成されている。

【0198】第14の実施形態においても液晶表示装置Pの表示原理を、光源29から液晶表示パネルに入射される色々な角度の偏光のうち、前後偏光と左右偏光について説明する。画素部71に入射する光線261は、偏光分離器21の透過軸に平行する偏光のため、左右偏光のまま第3の液晶層169に入射する。第3の液晶層169にはオン電圧が印加されているため、光線261は赤色の発光を伴わず、左右偏光のまま第2の液晶層19に入射する。第2の液晶層19にもオン電圧が印加されているため、光線261は緑色の発光を伴わず、左右偏光のまま第1の液晶層9に入射する。第1の液晶層9にもオン電圧が印加されているため、光線261は青色の発光を伴わず、光源29の色、すなわちブルーグリーンの光線271となって視認者に視認される。

【0199】画素部71に入射する光線262は前後偏光であり、偏光分離器21の吸収軸に入射するため、第3の液晶表示パネル側には出射しない。すなわち、各画素間80、あるいは、画素部71、73、75、77に

入射する前後偏光の光線264、266、268、および270は偏光分離器21の吸収軸に入射するため、第3の液晶表示パネルP3側には出射しない。このように、視認側から見て最下層の液晶表示パネルP3と光源29との間に偏光分離器21を設けることにより、偏光分離器21の透過軸方向の偏光のみが液晶表示パネルP3側に出射することになる。

【0200】一方、画素部73に入射する左右偏光の光線263は、第3の液晶層169にオフ電圧が印加されているため、第3の液晶層169で赤色の強い発光を発生し、前後偏光として第2の液晶表示パネルP2に入射する。第2の液晶層19には、オン電圧が印加されているため、光線263は殆ど緑色の発光を伴わず、前後偏光のまま第1の液晶表示パネルP1側に出射する。第1の液晶層9にもオン電圧が印加されているため、光線263は殆ど青色の発光を伴わず、前後偏光のまま赤色発光として第1の液晶表示パネルP1から視認者側に出射するため、視認者はこれを赤色の光線272として視認できる。

【0201】画素部75に入射する左右偏光の光線265は、第3の液晶層169にオン電圧が印加されているため、殆ど赤色の発光を伴わず、左右偏光のまま第2の液晶表示パネルP2側に出射する。第2の液晶層19には、オフ電圧が印加されているため、光線265は第2の液晶層19で緑色の強い発光を発生し、前後偏光として第1の液晶表示パネルP1に入射する。第1の液晶層9にはオン電圧が印加されているため、光線265は殆ど青色の発光を伴わず、前後偏光のまま緑色発光して第1の液晶表示パネルP1から視認者側に出射するため、視認者はこれを緑色の光線273として視認することができる。

【0202】画素部77に入射する左右偏光の光線267は、第3の液晶層169にオン電圧が印加されているため、殆ど赤色の発光を伴わず、左右偏光のまま第2の液晶表示パネルP2側に出射する。第2の液晶層19にオン電圧が印加されているため、光線267は殆ど緑色の発光を伴わず、左右偏光のまま第1の液晶表示パネルP1側に出射する。第1の液晶層9にはオフ電圧が印加されているため、光線267は第1の液晶層9で青色の強い発光を発生し、前後偏光として青色発光して第1の液晶表示パネルP1から視認者側に出射する。このため、視認者はこれを青色の光線274として視認することができる。

【0203】また、画素間80のように、各画素間は各液晶層9、19、169にオフ電圧が印加されている状態と同等であるため、各液晶層9、19、169の全てにオフ電圧が印加された状態と同等の作用をする。例えば、画素間80に入射する左右偏光の光線269は、第3の液晶層169で赤色の強い発光を発生し、前後偏光として第2の液晶表示パネルP2に入射する。第2の液

晶層19に入射した光線269は殆ど緑色の発光を伴わず、赤色光で90度旋光して左右偏光として第1の液晶表示パネルP1側に出射する。第1の液晶層9に入射する光線269は第1の液晶層9で僅かに青色の光を発生し、前後偏光として赤紫色の光として第1の液晶表示パネルP1から視認者側に出射するため、視認者はこれを赤紫色の光線275として認識することができる。

【0204】図27は第14の実施形態における各表示状態の色度座標を示す図である。以上説明した視認者側への出射光271～275の色度座標は、図27にそれぞれ符号281～285として示される。光線271に相当する3層全ての液晶層にオン電圧印加時の色度座標281は、青色と緑色のLED素子の発光色に近いため、青色がかった青緑色である。

【0205】光線272に相当する第3の液晶層169のみにオフ電圧が印加された時の色度座標282は、赤色の発光色である。光線273に相当する第2の液晶層19のみにオフ電圧が印加された時の色度座標283は、緑色の発光色である。光線274に相当する第1の液晶層9のみにオフ電圧が印加された時の色度座標284は、光源の発光色の緑がさらに弱く青色が強い発光である。光線275に相当する全ての液晶層にオフ電圧が印加された時の色度座標285は、赤紫の発光である。

【0206】以上の説明から明らかなように、3層の異なる蛍光二色性色素を含む液晶層を積層し、偏光分離器21を最下層の液晶表示パネルP3の下側に配置することにより、光源29からの光を直線偏光とし、液晶表示パネルPに照射することが可能となり、さらに、蛍光二色性色素を含む液晶層の二色性比の不足を補い、強く、鮮明な発光が可能となる。さらに、複数の発光色を視認者側に出射することが可能となる。

【0207】以上の説明で明らかなように、本発明の第1から第10の実施形態の液晶表示装置では、分子の方向により異なる蛍光特性を有する蛍光二色性色素を液晶と混合する液晶層を採用することにより、従来の非発光型液晶表示装置を発光型とすることが可能となる。発光型とすることにより視野角依存性のない、鮮明な表示を達成できる。また従来の陰極管に代表される発光型ディスプレイに比較して低消費電力、薄型、小型化が可能となる。

【0208】ところで、液晶層にオフ電圧を印加したオフ状態と液晶層に大きいオン電圧を印加したオン状態において、蛍光二色性色素の二色性比の不足により、発光色と非発光色が、例えば発光を目的とする印加電圧の際に混合するため、非発光色の表示領域と発光色の表示領域とのコントラスト比の低下が発生する。これに対し、第1から第10の実施形態の液晶表示装置では、蛍光二色性色素を混合する液晶層より視認者側に偏光分離器が配置されている。このように偏光分離器を設けることにより、蛍光二色性色素からの発光の直線偏光成分の

みを選択することが可能となり、コントラスト比を向上することが可能となり、表示の視認性が向上できる。

【0209】第11～第14の実施形態では、液晶層は90度ツイストを用いて説明しているが、90度以上のツイスト角、あるいは、平行配向、ベンド配向の液晶層を用いても当然本発明は有効である。

【0210】さらに、第11～第14の実施形態では、オン電圧印加時とオフ電圧印加時の発光に関して説明しているが、中間の電圧を印加することにより、複数の発光色を視認者側に出射することが可能となる。

【0211】視認者側から見て液晶表示パネルの下側に偏光分離器を配置する第11～第14の実施形態においても、光源と液晶表示パネルの間に、可視光領域の波長を吸収あるいは反射し、特定の波長の光を発光する光学変換素子を配置することにより、液晶表示パネルの発光色と光学変換素子の発光色を利用して複数の発光色を得ることが可能となる。

【0212】第11～第14の実施形態では、青色発光LEDと緑色発光LEDの2色のLEDを用い、同時に発光させる光源について説明したが、2色のLEDを独立して発光させることにより、液晶表示パネルの発光色を増加させる、あるいは彩度を向上させることができる。さらに、他の発光色を含む複数の色のLEDを用いることにより、液晶表示パネルの発光色の増加が可能となる。

【0213】また、本発明の液晶表示装置では、蛍光二色性色素を含む第2の液晶層の透過軸が蛍光二色性色素を含む第1の液晶層の発光軸に配置されている。そして、第1の液晶層がツイストネマティック液晶であり、オフ電圧の際には蛍光二色性色素は吸収断面積が大きいため、光を吸収し、発光すると同時に第2の液晶層側の光の入射を光旋光性によりツイストネマティック液晶のツイスト角分旋光して出射する。偏光分離器の透過軸は第1の液晶層からの出射光の偏光軸に配置されている。以上によりオフ状態では第1の液晶層の発光が偏光分離器から出射する。オン状態の時には、蛍光二色性色素の吸収断面積が小さいため、蛍光二色性色素の発光は殆ど発生しない。また、ツイストネマティック液晶の旋光性が殆どないため、第2の液晶層の発光が第1の液晶層を透過して偏光分離器の透過軸に入射し、視認者側に出射できる。そのためオフ状態では第1の液晶層の発光色表示、オン状態では第2の液晶層の発光色表示が可能となる。

【0214】第2の液晶層は第2の液晶層の発光に偏光性を持たせることと、第2の液晶層を透過する光に偏光性を有することが重要である。すなわち、第2の液晶層は液晶と蛍光二色性色素とを含む液晶層であり、配向性を有し、ツイスト配向、ホモジニアス配向（パラ配向、アンチパラ配向）、スプレイ配向、ベント配向が有効である。特に、配向の安定しているツイスト配向、ホモジ

ニアス配向が有効である。

【0215】また第2の液晶層の代わりに発光性と二色性を有する色素を延伸して作成するフィルム状の異方性フィルムを異方性蛍光色素として使用することにより、第2の液晶層を使用するのと同様の効果と第2の液晶層を使用する場合に比較して薄型化が可能となる。また第1の液晶層の視認者と反対側に光源を配置することにより、第1の液晶層に目的とする波長の光を効率良く照射することが可能となる。さらに、外部環境が蛍光二色性色素の発光に寄与しない光の場合においても光源を設けることにより視認性の良好な表示が可能となる。

【0216】特に第1の液晶層、あるいは第2の液晶層に含む蛍光二色性色素が可視光線より波長の短い波長で発光する場合には、発光に紫外線を含む光源を利用することができる。この場合、紫外線発光型の発光ダイオード、水銀ランプ、あるいはキセノンランプ、あるいは蛍光灯であるブラックライト、ケミカルライトが有効である。光源が紫外線の発光以外に可視光線を含む場合には、光源と液晶層の間に紫外線透過可視光吸収フィルターからなる光学素子を設けることにより液晶層の発光がない場合に黒の表示を達成することができる。

【0217】また第1の液晶層、あるいは第2の液晶層に含む蛍光二色性色素が可視光線および可視光領域に近い波長の光を吸収して発光する蛍光二色性色素を利用し、さらに、EL素子を光源として利用することにより、液晶表示装置の薄型化と光源の発光色を表示色として利用することが可能となる。EL素子上に蛍光印刷層を設け、蛍光印刷層の色と液晶層内の蛍光二色性色素の色を変えることにより多色表示が可能となる。

【0218】本発明の液晶表示装置としては、液晶層の発光による鮮やかな表示、斬新な表示が可能となるため、デザイン性が要求される携帯情報機器、時計に利用することにより従来にない液晶表示パネルの表示が可能となる。また、蛍光二色性色素を含む液晶層の発光と透過の変化量を大きく制御するために各第1の電極は、1本の第2の電極との交点を画素部とするスタティック型の電極構成が良好な表示を達成する場合に有効である。

【0219】前述の実施形態においては、第1の液晶層に青色蛍光二色性色素、第2の液晶層に緑色蛍光二色性色素を利用する実施形態、あるいは第1の液晶層に赤色蛍光二色性色素、第2の液晶層に緑色蛍光二色性色素を利用する実施形態が主として説明されているが、第1の液晶層に青色蛍光二色性色素、第2の液晶層に赤色蛍光二色性色素を利用すること、或いは、逆の蛍光二色性色素の組み合わせである第1の液晶層に緑色蛍光二色性色素、第2の液晶層に赤色蛍光二色性色素を利用することも可能である。更に、第1の液晶層に赤色蛍光二色性色素、第2の液晶層に青色蛍光二色性色素を利用しても本発明の効果が得られることはもちろんである。その中で、特に第1の液晶層に青色蛍光二色性色素、第2の液

晶層に緑色蛍光二色性色素を利用する、第1の液晶層に赤色蛍光二色性色素、第2の液晶層に緑色蛍光二色性色素を利用する、あるいは第1の液晶層に青色蛍光二色性色素、第2の液晶層に赤色蛍光二色性色素を利用する場合には有効である。

【0220】前述の実施形態においては、第1の液晶層に青色蛍光二色性色素、第2の液晶層に緑色蛍光二色性色素を利用する実施形態等の波長範囲の狭い蛍光二色性色素を利用する例が説明されているが、シアン蛍光二色性色素、マゼンダ蛍光二色性色素、あるいはイエロー蛍光二色性色素等を利用する場合においても当然本発明は有効である。

【0221】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の液晶表示装置によれば、ホストである液晶にゲストである蛍光二色性色素を含む液晶表示パネルを使用した液晶表示装置において、液晶パネルの背面側に偏光分離器を配置したものに比較して、視認側からみた液晶表示パネルの表示の明るさを向上させることにより、コントラスト比を向上することが可能となり、液晶表示器の視認性を向上させることができるという効果がある。

【0222】また、多層の液晶層の何れかに含まれる蛍光二色性色素として、可視光線および可視光領域に近い波長の光を吸収して発光する蛍光二色性色素を使用し、光源にEL素子を使用することにより、液晶表示装置の薄型化と光源の発光色を表示色として利用することが可能となり、多色表示が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置が使用される電子機器である携帯型情報機器の外観を示す斜視図である。

【図2】図1の携帯型情報機器のA-A線における断面の第1の実施形態を示す断面図である。

【図3】図2の第1の実施形態における液晶表示装置の断面の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図4】(a)は液晶分子の配向方向に対して垂直な偏光成分と平行な偏光成分が入射された場合の透過、吸収の状態を説明する説明図、(b)は本発明に使用する青色の蛍光二色性色素の波長に対する吸収強度特性を示すグラフである。

【図5】本発明に使用する青色の蛍光二色性色素の波長に対する発光強度特性を示すグラフである。

【図6】本発明の第2の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図7】本発明の第2の実施形態における第1の液晶層に印加する電圧毎の発光スペクトル特性を示すグラフである。

【図8】本発明の第2の実施形態における第1の液晶層に印加する電圧による色度変化を示す色度図である。

【図9】本発明の第3の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図10】本発明の第4の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図11】本発明の第5の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図12】本発明の第6の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図13】本発明の第6の実施形態における液晶層にオン電圧とオフ電圧を印加した時の発光スペクトルを示すグラフである。

【図14】本発明の第7の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図15】本発明の第7の実施形態における電極が設けられた3層の液晶層に印加する電圧を何れか1層だけオフした時の色度変化を示す色度図である。

【図16】本発明の第8の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図17】本発明の第9の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す部分断面図である。

【図18】本発明の第10の実施形態における液晶表示装置が使用される電子機器である電子時計の外観を示す正面図である。

【図19】図18のC-C線における時計の断面図である。

【図20】本発明の第11の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す断面図である。

【図21】本発明の第11の実施形態における発光色の発光波長特性を示すグラフである。

【図22】本発明の第11の実施形態における液晶層に印加する電圧による色度変化を示す色度図である。

【図23】本発明の第12の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す断面図である。

【図24】本発明の第13の実施形態における液晶表示装置の一部を拡大して示す断面図である。

【図25】本発明の第13の実施形態における液晶層に印加する電圧による色度変化を示す色度図である。

【図26】本発明の第14の実施形態における液晶表示

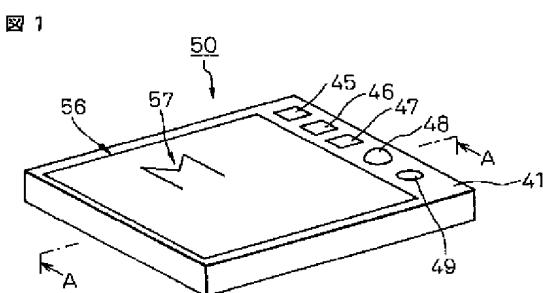
装置の一部を拡大して示す断面図である。

【図27】本発明の第14の実施形態における液晶層に印加する電圧による色度変化を示す色度図である。

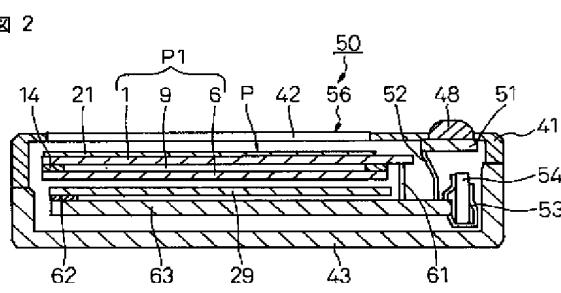
【符号の説明】

1	…第1の基板
2	…第1の電極
6	…第2の基板
7	…第2の電極
9	…第1の液晶層
10	11…第3の基板
12	12…第3の電極
14	…シール部
16	16…第4の基板
17	17…第4の電極
19	19…第2の液晶層
21	21…偏光分離器
23	23…異方性蛍光素子
25	25…蛍光管
26	26…反射板
27	27…拡散板
29	29…光源
31	31…発光ダイオード
35	35…光学素子
41	41…携帯情報機器ケース
50	50…携帯情報機器
61	61…導電性ゴム
71	71…第1の画素部
72	72…第1の画素間
73	73…第2の画素部
74	74…第2の画素間
75	75…第3の画素部
76	76…第2の画素間
90	90…液晶分子
100	100…時計
141	141…時計ケース

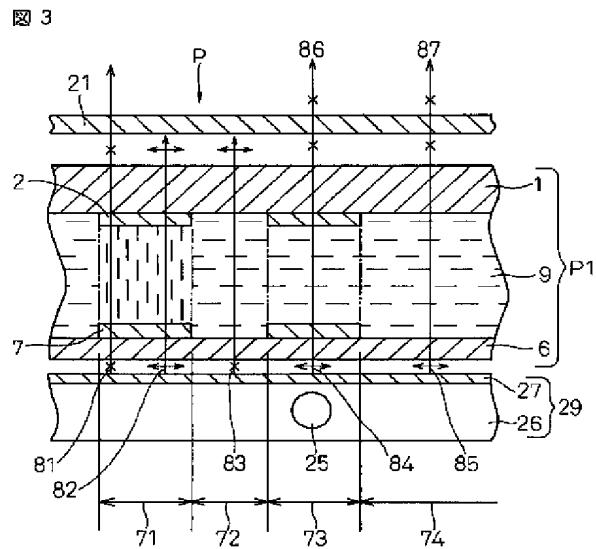
【図1】



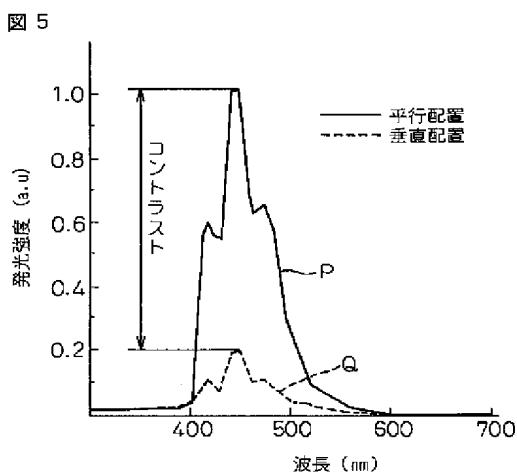
【図2】



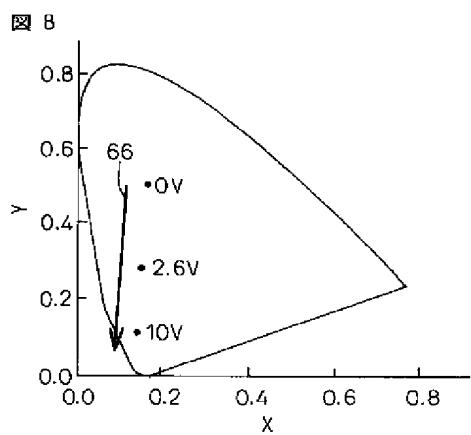
【図3】



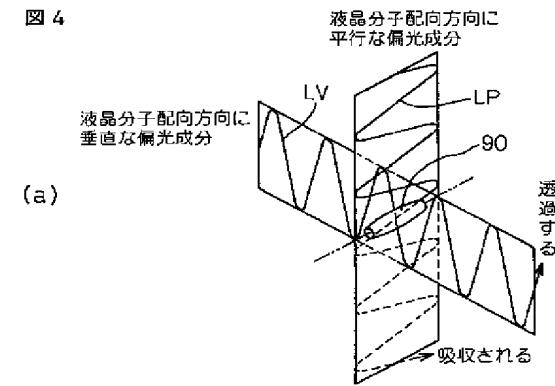
【図5】



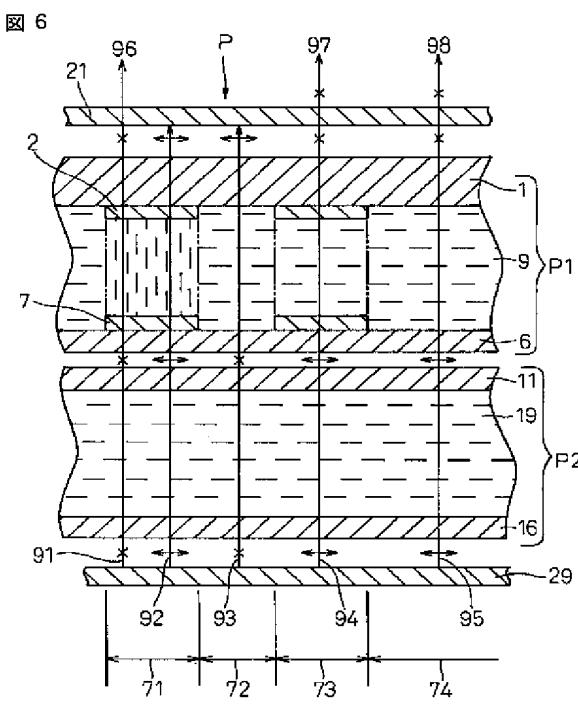
【図8】



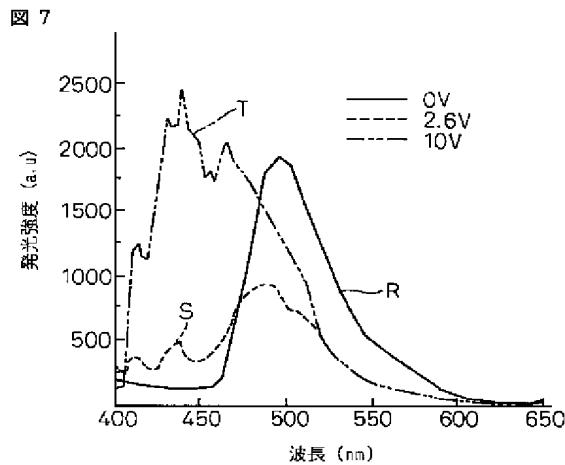
【図4】



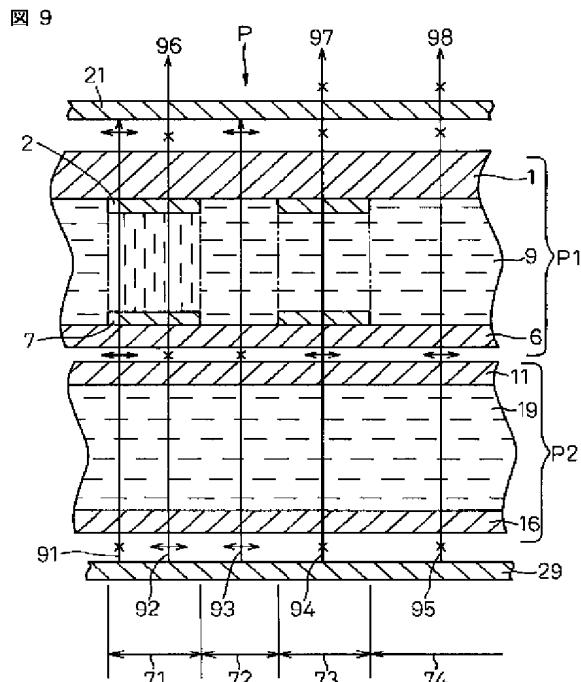
【図6】



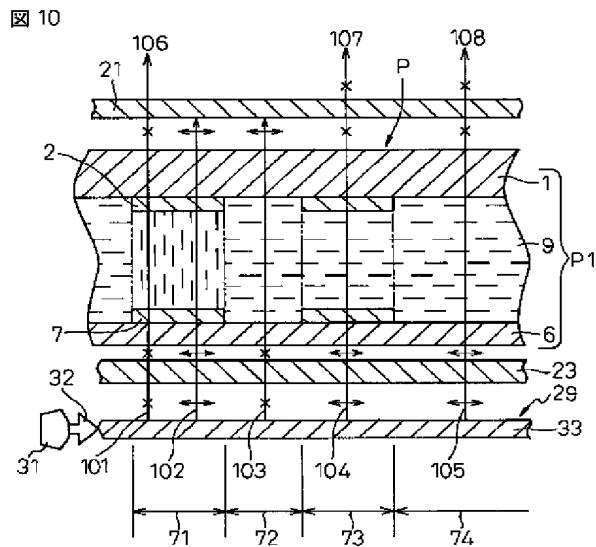
【図7】



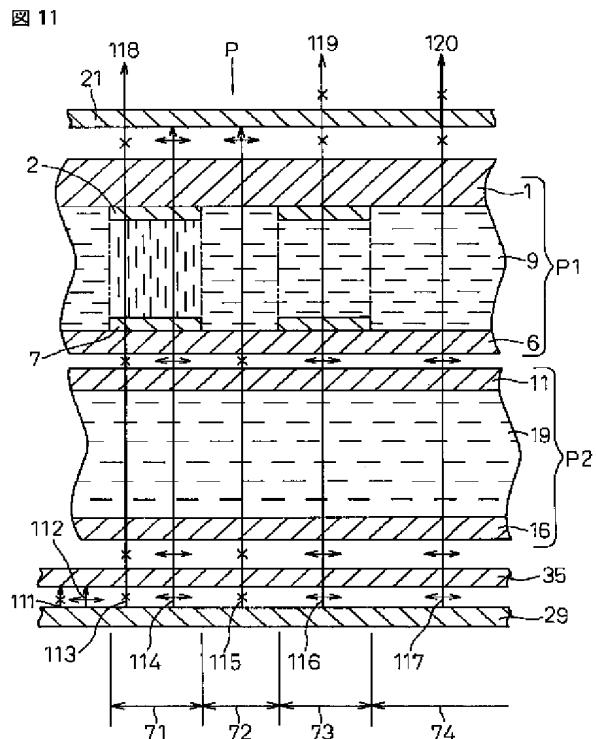
【図9】



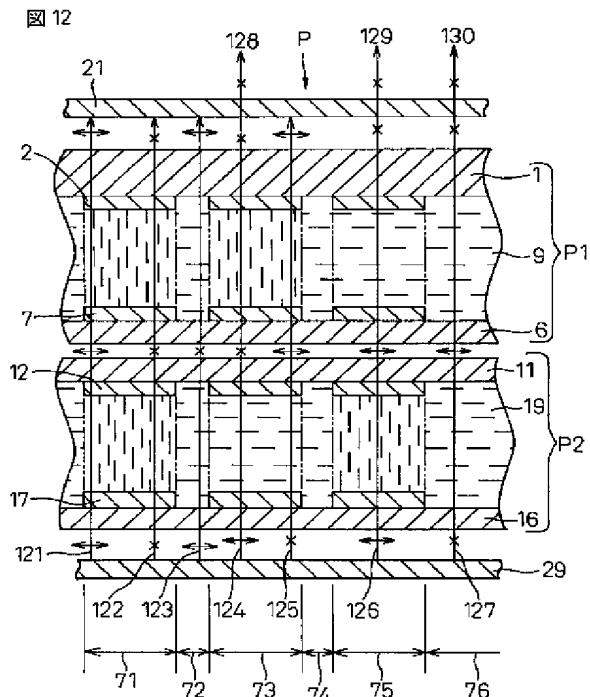
【図10】



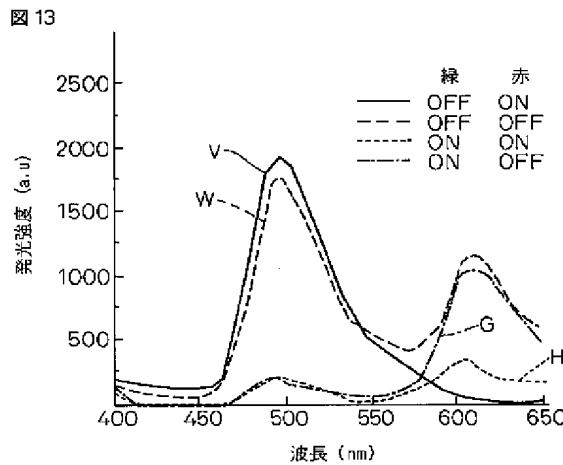
【図11】



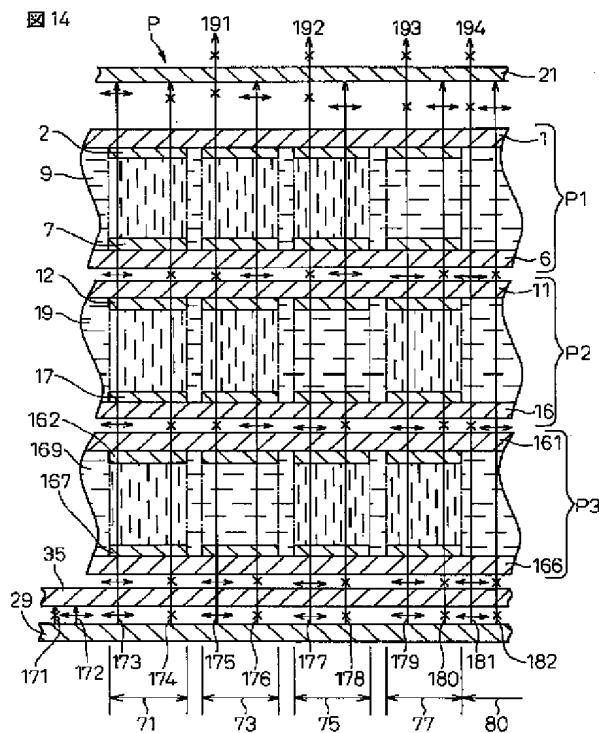
【図12】



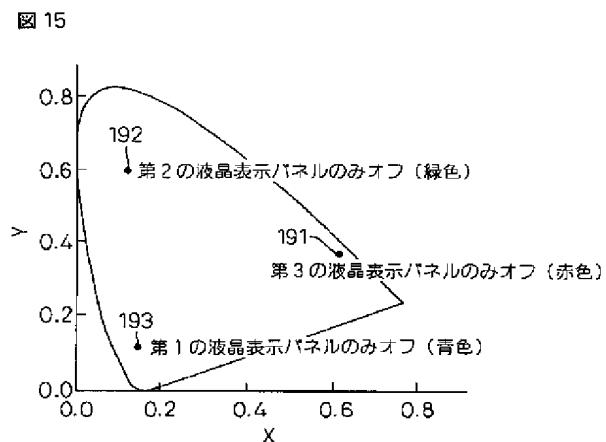
【図13】



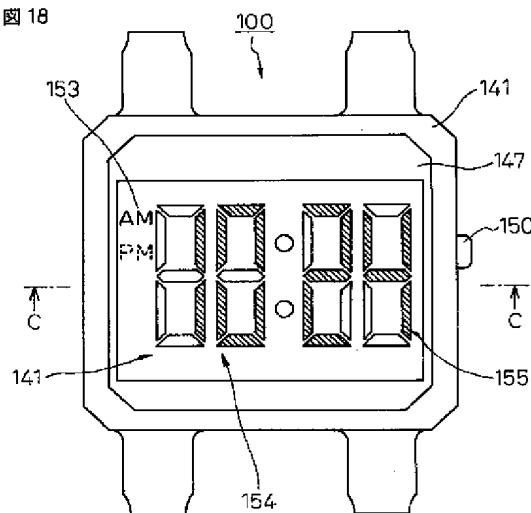
【図14】



【図15】

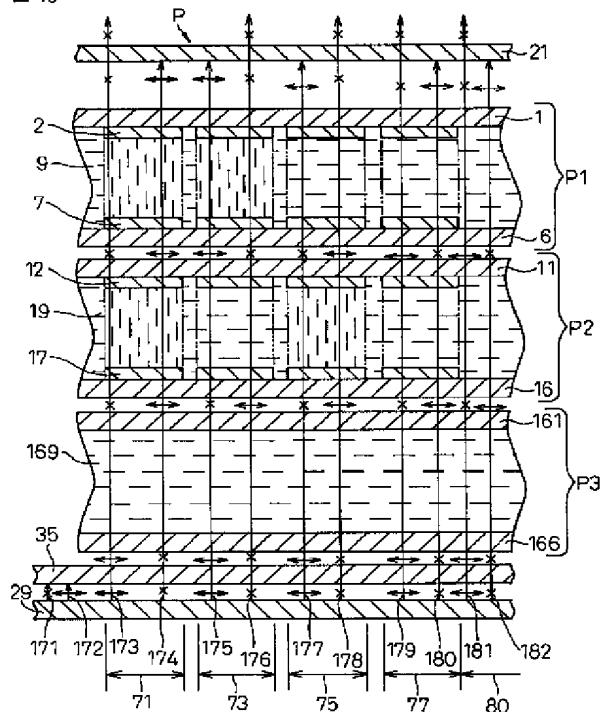


【図18】



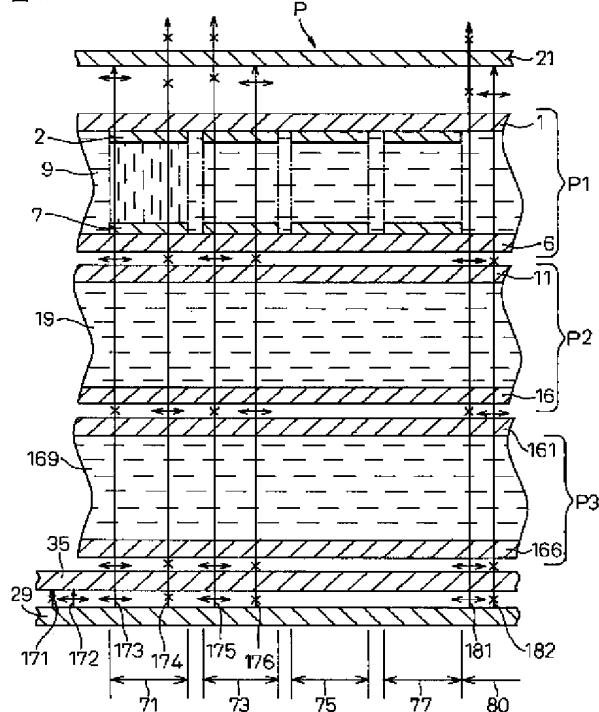
【図16】

図16



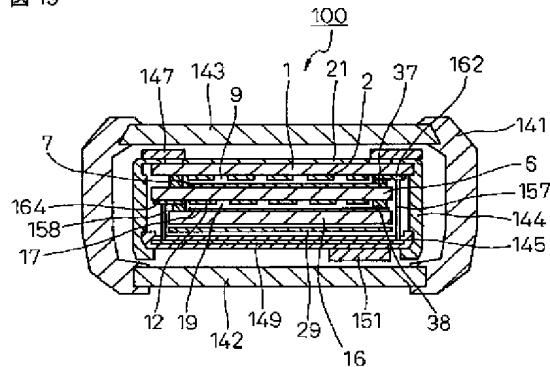
【図17】

図17



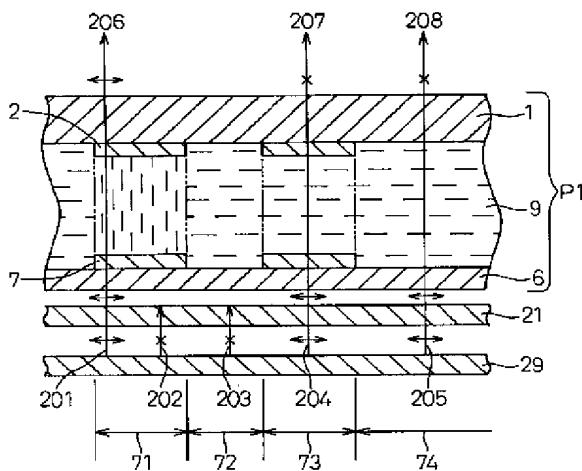
【図19】

図19



【図20】

図20



【図21】

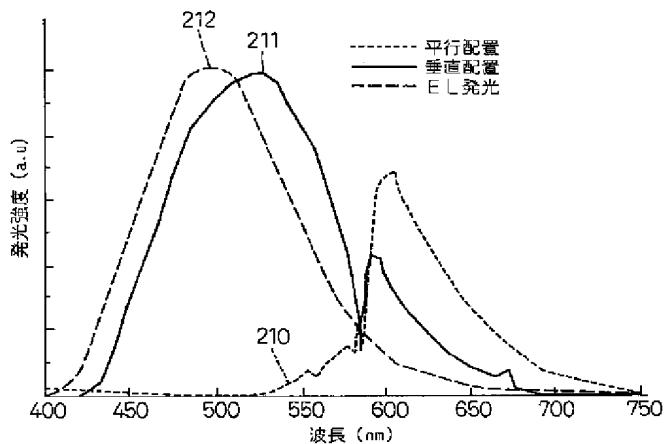


図21

【図22】

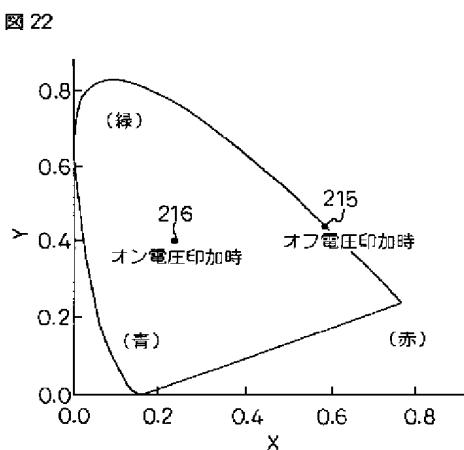


図22

【図23】

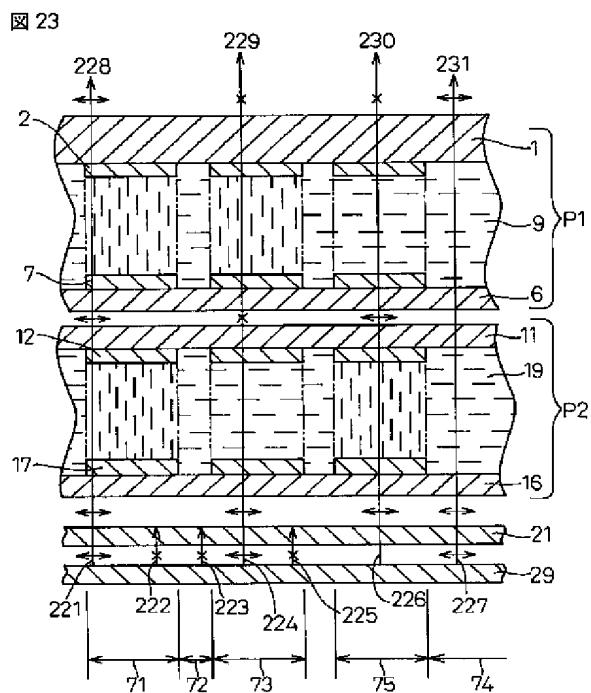


図23

【図24】

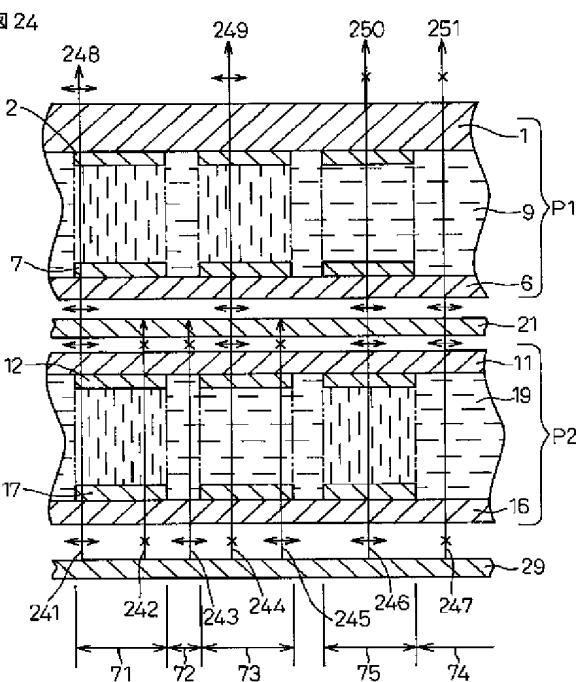
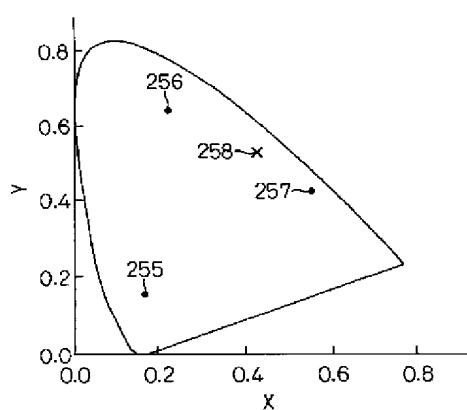


図24

【図25】

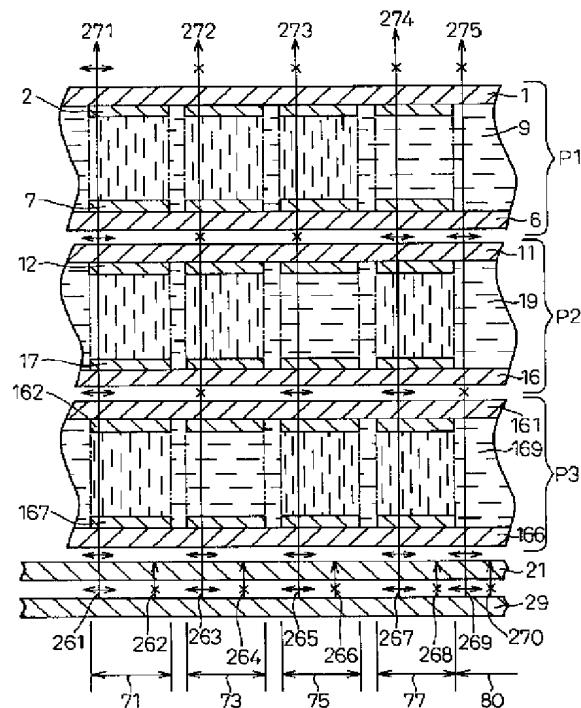
図25



255: 第1の液晶層と第2の液晶層ともオン電圧印加  
 256: 第2の液晶層のみオン電圧印加  
 257: 第1の液晶層のみオン電圧印加  
 258: 第1の液晶層と第2の液晶層ともオフ電圧印加

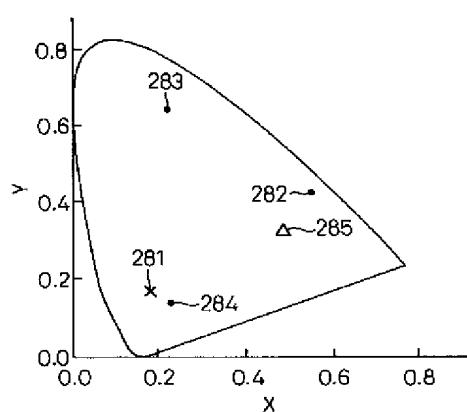
【図26】

図26



【図27】

図27



281: 全ての液晶層にオン電圧印加  
 282: 第3の液晶層のみオフ電圧印加  
 283: 第2の液晶層のみオフ電圧印加  
 284: 第1の液晶層のみオフ電圧印加  
 285: 全ての液晶層にオフ電圧印加

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 09 F 9/00  
 9/46

識別記号

336

F I

G 09 F 9/00  
 9/46

テマコード(参考)

336 F  
 A

(72) 発明者 関口 金孝

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
 チズン時計株式会社技術研究所内

(72) 発明者 金子 靖

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
 チズン時計株式会社技術研究所内

F ターム(参考) 2H088 EA02 FA30 GA02 GA13 GA14  
HA05 HA11 HA18 HA28 JA06  
JA11 MA02  
2H089 HA23 HA40 JA10 KA15 QA16  
RA06 TA15 TA18  
2H091 FA08X FA41Z FA44Z FA45Z  
FD08 HA08 LA17  
5C094 AA06 AA08 AA10 AA15 AA56  
BA12 BA47 CA14 CA24 DA01  
DA03 DA12 EA04 EA05 ED02  
ED14 ED20 FA02 FB01 FB20  
HA03  
5G435 AA03 AA04 AA18 BB12 BB15  
CC05 CC12 EE12 EE25 FF05  
FF06 FF08 FF11 FF15 GG11  
GG22 GG25 GG27 LL10

**PAT-NO:** JP02001343671A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2001343671 A  
**TITLE:** LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE  
**PUBN-DATE:** December 14, 2001

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SATO, SUSUMU	N/A
YAMAGUCHI, RUMIKO	N/A
SEKIGUCHI, KANETAKA	N/A
KANEKO, YASUSHI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SATO SUSUMU	N/A
CITIZEN WATCH CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP2000163389

**APPL-DATE:** May 31, 2000

**PRIORITY-DATA:** 2000087496 (March 27, 2000)

**INT-CL (IPC):** G02F001/137 , G02F001/1333 , G02F001/1335 , G02F001/1347 ,  
G09F009/00 , G09F009/46

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve brightness of display and to improve visibility with respect to a fluorescence liquid crystal display device obtained by dissolving a fluorescent dichroism dyestuff as a guest in host liquid crystal.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device is provided with a polarization separator 21 in an observation side, under which there are stacked a first liquid crystal display panel P1 consisting of a first liquid crystal layer 9 enclosed between a first substrate 1 and a second substrate 6, and a second liquid crystal display

panel P2 consisting of a second liquid crystal layer 19 enclosed between a third substrate 11 and a fourth third substrate 16. A light source 29 is provided in the bottom of it, and liquid crystal and at least one kind of the fluorescent dichroism dyestuff are included in the first liquid crystal layer 9 and second liquid crystal layer 19. Because light is emitted within the liquid crystal layer by the fluorescent dichroism dyestuff, the angle of view is wide and a structure is simple, and bright display can be performed because no polarization separator exists in the liquid crystal display panel lower side.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO